

## CH. 1

## 學習重點

科學態度  
與精神

發現問題與提出假設



規劃實驗與研究

NO



表達與分享

YES



分析資料與論證建模

科學方法

科學基本  
度量單位

- 國際基本單位制（SI）、基本量、導出量
- 時間單位、長度單位、質量單位

物理學  
簡介

- 物理學的發展與涵蓋範疇
- 跨領域學科的挑戰

「距離」、「時間」為基本量

「速率」可用  $\frac{\text{距離}}{\text{時間}}$  導出，為導出量。

B 點

A 走到 B 的距離（基本量）

A 走到 B 花的時間（基本量）

A 點

40

## 1

## -1

## 研究科學的態度與精神

## 學習概念

## 1

## 科學（science）的發展歷程

補充資料

## 1. 科學的意涵：

- (1) 科學，由希臘哲學家亞里斯多德首先提出，其意義為「認識」、「知識」。
- (2) 科學，是經由準確觀察結果而建立的具體、明確、有系統、有組織的知識或學問。

## 2. 早期的探討：

- (1) 亞里斯多德對觀察到的現象感到好奇，並將觀察到的現象分成兩類：

自然運動	例如日、月、星辰以圓軌道繞著地球作永恆運動，或是地表附近有重量的物體會朝向地面自然掉落，且愈重的物體掉下的速度愈快。
強迫運動	物體沒有受到推力就不會持續運動。

- (2) 亞里斯多德的論述已具備後世科學研究的雛型。

## 3. 西元十五世紀文藝復興運動時期的轉變：

對科學研究的態度轉變成採用定量的數學工具，再透過有系統、有目的的實驗找尋真理與檢驗理論。

- (1) 伽利略—實驗物理學之父：

- ① 發現亞里斯多德關於自由落體運動與物體運動機制上的破綻。
- ② 設計精妙的實驗，以簡單的斜面運動驗證並提出自由落體定律與慣性定律。
- ③ 建立重要的科學概念：

系統化	去除不相關的因素，例如：顏色、形狀、材質，並且把自由落體看成是一個「質點」，只考慮質點的位置、速度、加速度等可以定量表達之物理量。
數學化	以數學作為工具來研究物理學。
小題大作	從不起眼的小問題出發，探究背後究竟緣由，不但要知其然，更要知其所以然。

- (2) 馬克士威—理論物理學：

- ① 透過理論的思維與推廣，預測出以前不為人知的現象。
- ② 以完整的數學建立了力線的概念。

- ③ 統整電磁現象並從理論上修正舊定律的不足，成為著名的「馬克士威方程組」。
- ④ 推論光是一種電磁波，由赫茲以實驗室產生的無線電波所證實。
- ⑤ 證明多數顏色可用「紅綠藍」三原色混合而成，並製作出世界第一張彩色照片。

## 學習概念 2 科學的態度與精神

補充資料

1. 自 17 世紀以來，科學家們開始建構有系統的科學知識，至今，已發展出一門相當完整的學問，物理學（physics）。
2. 綜觀科學家們致力於科學的探究過程，可以歸納得出以下幾個重點：
  - (1) 「好奇心」是科學探索的原動力。
  - (2) 科學家在進行觀察、實驗與推論時，盡可能不偏執己見，力求審慎與客觀，且當佐證不充足的情況下，絕不會妄做結論。
  - (3) 科學家往往是「大膽假設，小心求證」，堅持求真、求實的精神，追根究柢、鍥而不捨，直到真相水落石出。

### 範例 1 研究科學的態度與精神

下列哪些不是研究自然科學的態度？（應選 2 項）

- (A)求真求實的態度 (B)客觀的態度 (C)持之以恆的態度 (D)主觀的態度  
(E)相信自己的實驗結論必為真的態度

答 (D)(E)

解 (D) × (1)研究自然科學不可抱持著「主觀的態度」。

(E) × (2)當發現實驗的結果與事實不符時，必須重新修正、再次確認實驗是否有瑕疵。  
故選(D)(E)。

**類題：**臺灣著名化學家李遠哲博士曾經說：「我只要在儀器測量的每一個環節做得比別人的精密一些些，我就可以比別人提早得到答案！」這句話說明科學的進步需要科學家具備哪一項科學態度？

- (A)專注實驗數據的精密度 (B)睿智的聰明度 (C)高深的數學根基  
(D)窮究理論的推導 (E)演繹思考的能力

答 (A) (A) ○ 科學的基本態度是進行實驗驗證，並且提高「實驗數據的精密度」。故選(A)。

# 1-2 科學方法

學習概念 1

客觀的科學研究流程

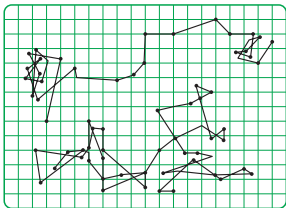
配合課本 9 頁

觀察現象	觀察是探究科學的基石。
↓	
發掘問題	透過觀察可以發現自然世界中未知的各種事物和現象，從而提出問題。
↓	
提出假設	對於問題所做的一種簡單的陳述。
↓↑	
設計實驗檢驗 假設的正確性	對於觀察以及假設的一種驗證。若不正確，則不斷修正探索的方式與相關詮釋。
↓	
得到確切的結論	對假設進行驗證、歸納，發現得出解釋結論，形成某一現象或問題的科學知識。

學習概念 2

說明例：原子的爭論

觀察現象、 發掘問題	十九世紀初期，科學家對「物質的本源—原子（atom）」有兩派不同主張，爭論不休！
提出假設	<p>(1) <u>奧國</u>物理學家<u>馬赫</u>認為原子僅是「思想之物」，是一種想像工具，認定「我不相信原子的存在」。</p> <p>(2) <u>奧國</u>物理學家<u>波茲曼</u>認為有物質則必有原子的存在，堅信「原子說」是存在的！</p> <p>以旁觀者的角度來看，兩個認定都是從明確的假設出發，但由於當時欠缺原子存在的實驗證據，尚無法檢驗哪一個是假說正確。</p>
設計實驗 檢驗假設 的正確性	<p>(1) 直到西元 1827 年<u>英國</u>植物學家<u>布朗</u>，用單透鏡觀察花粉微粒在水中不停地作不規則的運動，如右圖所示。</p> <p>(2) 花粉旋於水中參與熱運動時，由於受到周圍水分子的撞擊產生不平衡的力量，花粉微粒獲得加速度，不停地作折線運動，稱為<u>布朗運動</u>。</p> <p>(3) 基於<u>布朗運動</u>的發現，證實花粉微粒是不停地運動著，提供人們對原子存在事實的一有力的證據。</p> <p>(4) 直到，<math>\left\{ \begin{array}{l} 1905 \text{ 年 } \underline{\text{愛因斯坦}} \text{ 發展 } \underline{\text{布朗運動}} \text{ 的數學理論} \\ 1908 \text{ 年 } \underline{\text{法國人佩蘭}} \text{ 證實 } \underline{\text{布朗運動}} \text{ 理論} \end{array} \right.</math></p>



◎ 布朗運動軌跡圖

### 得到確切的結論

- (1) 二十世紀初期，人類陸續提出原子的結構模型，經多次的實驗修正，人們不可能「看見」的原子，終被證實。
- (2) 今日，人類更能擅用精密的科技－「粒子加速器」來研究原子，令人驚訝的，構成原子質料的最小物質是成對、不能單獨存在的夸克(quarks)！

## 範例 2 科學方法

印尼國家的某些村落仍盛行巫醫治病的習俗。他們的醫術都是經由前人的經驗累積、家族的傳承或自己天生的特殊能力來幫病人治病，以現今科學的角度評論，這種醫療行為，是欠缺下列哪一項過程？

- (A) 做歸納整理 (B) 做實驗驗證 (C) 對病人的觀察 (D) 探究原因建立理論模型  
(E) 演繹思考

答 (D)

解 (D) ○ 以前人的經驗累積、家族的傳承或自己天生的特殊能力來進行醫療行為，這是欠缺「建立模型發展理論」的科學方法。故選(D)。

類題：下列關於探究科學的方法，哪一個是正確的？

- (A) 薰薰看到一個問題後，直接下結論  
(B) 彥彥覺得天氣愈來愈悶熱，提出假設可能是因為要下雨前水氣釋放出的熱量所導致  
(C) 展展將兩物體在相同高度同時釋放發現重的物體較快落地，因此得到重的物體加速度較大  
(D) 耀耀認為在科學探究的過程中不需要驗證也可以直接下結論  
(E) 婷婷認為觀察到的現象為何，即可直接下結論

答 (B)

- (A) × 要先提出假設經過實驗驗證才可下結論。  
(C) × 實驗設計不完備。  
(D) × 需要驗證才有結論。  
(E) × 要經由問題接著假設，實驗驗證後才可下結論。故選(B。)

## 1-1~1-2

## 課後練習



## 基礎題

## 1-1 研究科學的態度與精神

## 概念 科學的發展歷程

（解析見解答本）

- ( E ) 1. 在物理發展史上，被稱為實驗物理學之父，其提出的理論或觀念為日後牛頓學說奠定重要的發展基礎，此人為下列哪一位科學家？  
 (A)哥白尼 (B)焦耳 (C)亞里斯多德 (D)安培 (E)伽利略

## 概念 科學的態度與精神

- ( E ) 2. 下列何者不是良好的科學態度？  
 (A)不堅持己見 (B)重視思考 (C)避免妄下論斷  
 (D)尊重藝術與宗教的觀點 (E)認同優秀科學家的權威性
- ( E ) 3. 下列各選項哪一個不是「自然科學的精神」？  
 (A)求真的態度 (B)客觀的態度 (C)有恆的態度 (D)審慎的態度 (E)主觀的態度
- ( C ) 4. 科學態度強調「謙卑」。牛頓談到自己的理論時曾說：「如果我比別人看的更遠，那是因為我站在一些巨人的肩上。」下列哪個人可能是他所說的巨人之一？  
 (A)庫倫 (B)愛因斯坦 (C)伽利略 (D)馬克士威 (E)愛迪生

## 1-2 科學方法

## 概念 客觀的科學研究流程

- ( B ) 5. 當我們採用「科學方法」以解決生活中遇到的一些問題時，試問以下所列各項進行的步驟依序為何？(甲)發現問題；(乙)觀察；(丙)設計實驗；(丁)提出假設；(戊)提出結論  
 (A)甲→乙→丁→丙→戊 (B)乙→甲→丁→丙→戊  
 (C)乙→甲→丙→戊→丁 (D)甲→丁→乙→丙→戊  
 (E)乙→甲→丙→丁→戊
- ( B ) 6. 在發展萬有引力定律的過程中，牛頓心裡曾想：『為什麼蘋果會往下掉，而不像月球繞著地球轉呢？』試問牛頓的想法是符合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



- ( D ) 7. 廟宇裡常見有乩童藉由神明附身，依照神明指示來幫助信眾解決所遭遇的問題。這些乩童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對策。若以科學方法的角度來看，上列的敘述是不符合哪個步驟？  
(A)進行觀察 (B)確認問題 (C)提出假設 (D)進行實驗，驗證假說 (E)分析論述

### 進階題

- ( D E ) 1. 五位同學聚集在一起探討如何以「科學的方法」進行實驗，以下是他們各自的論述，試問哪幾位同學是正確？（應選 2 項）  
(甲)觀察現象，依照自己豐富的經驗判斷即可得知結論。  
(乙)觀察生活中各個滾動的物體，始終會停下來，經過無數次檢驗，可以得知：維持運動需要外力。  
(丙)將兩張相同的紙，一張攤平，另一張揉成一團，依序在等高度的樓頂作自由落體實驗，發現揉成一團的紙較早抵達地面；這個結果與老師所述「伽利略提出自由落體的落下時間與質量無關」的說法不同，因此可以推翻伽利略的觀點。  
(丁)進行科學探究時，必須小心提出假設，同時應該進行實驗驗證，才可以提出結論。  
(戊)科學方法的實施步驟，依序為：觀察現象→發掘問題→提出假設→設計實驗檢驗正確性→得到確切結論。  
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊
- ( A D ) 2. 愛因斯坦在 1915 年提出廣義相對論並用它解決了重力理論無法解釋的「為何水星繞日軌跡慢慢變化」的困惑。同時他也根據廣義相對論預測光線在經過太陽附近時會產生彎曲，最後得到英國天文學家愛丁頓爵士的證實。根據上述文字可知，一個成功的科學理論必須具備下列哪些要素？（應選 2 項）  
(A)能解釋已知的實驗結果  
(B)能推翻之前的科學理論  
(C)能得到所有人的認同  
(D)能做出合理預測並獲證實  
(E)能永遠適用於自然界

# 1-3 科學基本度量單位

## 學習概念 1 國際單位制（SI）

配合課本 10 ~ 11 頁

### 1. 基本量（fundamental quantity）：

- (1) 1960 年於巴黎第十一屆國際度量衡會議正式將單位系統命名為「國際單位制」（SI 制）。
- (2) 1971 年第十四屆國際度量衡會議決定採用七個基本單位。

	基本量	單位名稱		單位符號
1	長度	公尺	meter	m
2	質量	公斤	kilogram	kg
3	時間	秒	second	s
4	電流	安培	ampere	A
5	熱力學溫度	克耳文	kelvin	K
6	光強度	燭光	candela	cd
7	物質質量	莫耳	mole	mol

### 2. 導出量（derived quantity）：

- (1) 其他物理量的單位，依據物理定律或定義，可以從這七個基本單位組合出來的，稱為導出量。
- (2) 說明例：
  - ① 力，單位為牛頓（ $N = kg \cdot m/s^2$ ），是由長度、質量、時間所導出的。
  - ② 功，單位為焦耳（ $J = N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$ ），也是由長度、質量、時間所導出的。

### 3. 前綴詞（prefix）及其符號：

- (1) 因為測量數值可能包含很大或很小的因子，所以 SI 規定用來表示幕次的前綴詞（prefix）及其符號，下表為常用的一些前綴詞。

幕次	$10^{18}$	$10^{15}$	$10^{12}$	$10^9$	$10^6$	$10^3$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$	$10^{-15}$	$10^{-18}$
前綴詞	exa	peta	tera	giga	mega	kilo	milli	micro	nano	pico	femto	atto
符號	E	P	T	G	M	k	m	$\mu$	n	p	f	a
中文	艾	拍	兆	吉	百萬	千	毫	微	奈	皮	飛	阿
大小	大 ←————→ 小											

- (2) 說明例：

- ① 水熊蟲身長， $L = 1.5 \mu m = 1.5 \times 10^{-6} m$ 。
- ② 飛碟電臺廣播頻率， $f = 92.1 MHz = 9.21 \times 10^7 Hz$ （赫）。



#### 4. 物理量的數值表示：

##### (1) 科學記號：

- ① 當遇到太大或太小的數值時，甚不利於數據的紀錄與閱讀，因此常將這類的數值直接以「 $a \times 10^n$ ， $1 \leq a < 10$ ， $n$  為整數」的形式表之。
- ② 說明例：
 
$$\begin{cases} \text{a. 光速為 } 3000000000 \text{ m/s} \xrightarrow{\text{表為科學記號}} 3 \times 10^8 \text{ m/s} \\ \text{b. 電子電量為 } 0.000000000000000000016 \text{ C} \xrightarrow{\text{表為科學記號}} 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{cases}$$

##### (2) 數量級的表示：

- ① 當數值的精確度並不重要時，可以將數值僅以 10 的幕次表示即可，例如，全球的總人口約為  $10^{10}$  人，這樣的數值表示法稱為「數量級」。
- ② 界定值的取捨：
 
$$\begin{cases} a < 3.16 \xrightarrow{\text{取}} a \times 10^n \approx 10^n \\ a \geq 3.16 \xrightarrow{\text{取}} a \times 10^n \approx 10^{n+1} \end{cases}$$
- ③ 說明例：
 
$$\begin{cases} \text{a. 光速的數量級為 } 3 \times 10^8 \text{ m/s} \approx 10^8 \text{ m/s} \\ \text{b. 電子質量的數量級為 } 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \approx 10^{-30} \text{ kg} \end{cases}$$

#### 範例 1 國際單位制

請以 SI 制中的七個基本量，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 m/s）。

(1) 電量 = \_\_\_\_\_。 (2) 密度 = \_\_\_\_\_。 (3) 力 = \_\_\_\_\_。

**答** (1)  $A \cdot s$ ；(2)  $\text{kg}/\text{m}^3$ ；(3)  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$

**解** (1) 電流為  $\frac{\text{電量}}{\text{時間}}$ ，因此答案為  $A \cdot s$ ；

(2) 密度為  $\frac{\text{質量}}{\text{體積}}$ ，因此答案為  $\text{kg}/\text{m}^3$ ；

(3) 力為質量  $\times$  加速度，因此答案為  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ 。

**類題：**下列何者為能量的單位？

- (A)  $\text{kg} \cdot \text{m}$  (B)  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$  (C)  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$   
(D)  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$  (E)  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

**答** (C) ((C)  $\bigcirc$  因為動能  $K = \frac{1}{2}mv^2$ ，故其能量單位可利用質量  $\times$  速度<sup>2</sup> 來表示，即為  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ ，故選(C)。)

82% 答對率 104 學測



**範例 2** 單位的前綴詞

一個容量標示為 4TB 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二進位來計算) 則  $4\text{TB} = \underline{\hspace{1cm}} \text{GB} = \underline{\hspace{1cm}} \text{MB} = \underline{\hspace{1cm}} \text{kB} = \underline{\hspace{1cm}} \text{B}$ 。

**答**  $4 \times 10^3, 4 \times 10^6, 4 \times 10^9, 4 \times 10^{12}$

**解**  $1\text{T} = 10^3\text{G} = 10^6\text{M} = 10^9\text{k} = 10^{12}$ 。

**類題：**下列單位換算，哪些正確？(應選 3 項)

- (A) 紅光波長 650 奈米 =  $6.5 \times 10^{-4}$  公釐 (B) 1 毫微秒 =  $10^{-8}$  秒  
 (C) 紅血球細胞的直徑 0.00005 公尺 =  $5 \times 10^{-2}$  公釐 (D)  $64 \text{ MeV} = 6.4 \times 10^4 \text{ eV}$   
 (E) 25 奈米 =  $2.5 \times 10^{-8}$  公尺

**答** (A)(C)(E)

(B)  $\times$  1 毫微秒 =  $10^{-9}$  秒。  
 (D)  $\times$   $64 \text{ MeV} = 6.4 \times 10^7 \text{ eV}$ 。  
 故選(A)(C)(E)。

**小撇步**

公釐 = 毫米 =  $10^{-3} \text{ m}$   
 公分 = 厘米 =  $10^{-2} \text{ m}$

**學習概念 2** 力學三大基本量 (單位)

配合課本 12 頁

**1. 時間單位——秒：**

- (1) 以一個平均太陽日的 86400 分之一為「1 秒」。  
 (2) 1967 年，第十三屆國際度量衡會議採用「銫 Cs-133」原子鐘所發出特定的光波，振動 9,192,631,770 次所經過的時間，定義為「1 秒」，幾乎不會受環境的影響而具有非常高的穩定性。

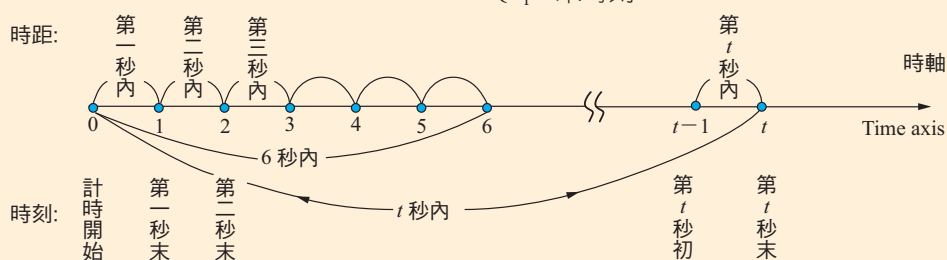
**！ 小提醒**

時刻 (time) 與時距 (time distance, interval)：

當朋友問你：「現在何時？」你要以「時刻」回答；

當朋友問你：「要等多久？」你要以「時距」回答。

$$\Delta t = t_f - t_i \quad \begin{cases} \Delta t : \text{時距} \\ t_i : \text{初時刻} \\ t_f : \text{末時刻} \end{cases}$$



⊙ 時刻與時距

## 2. 長度單位——公尺：

- (1) 1983 年，第十七屆國際度量衡會議改定「1 公尺」為光在真空中傳播 299,792,458 分之一秒內所行之距離。
- (2) 其他長度單位：天文學中
  - ① 用來表示星系間距離的單位為光年（light year，符號為 ly）。定義 1 光年為光在真空中行經一年時間所走的直線距離，即  $1 \text{ ly} = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$ 。
  - ② 用來表示太陽系各行星與太陽的距離為天文單位（astronomical unit，AU）。定義 1 天文單位為地球與太陽的平均距離， $1 \text{ AU} = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$ 。

## 3. 質量單位——公斤：

- (1) 1889 年以後，經國際度量衡會議決定以一特別鑄造的鉑銥合金圓柱體（高度和直徑皆為 3.9 公分）的質量為 1 公斤，稱為標準公斤原器。
- (2) 由於考慮其恆定性，2018 年 11 月正式通過以普朗克常數  $h$  來更精確定義質量的標準。
- (3) 其他單位：統一原子質量單位（u），約是一個質子的質量， $1 \text{ u} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。

### 範例 3 國際單位系統

假設地球為一正球體，1 公尺最初的定義為「通過法國巴黎的子午線，由赤道到北極間距離的千萬分之一」。試問：

- (1) 地球赤道的半徑約為多少公尺？
- (2) 華航客機以時速 800 公里橫越經度  $60^\circ$  的甲乙兩地，需費時若干小時？

**答** (1)  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ；(2) 8.375 時

**解** (1) 依題意： $\frac{1}{4}$  周長為 1 千萬米，即  $\frac{1}{4} \times 2\pi R_e = 1 \times 10^7 \text{ m}$ ，

$$\therefore \text{地球赤道半徑 } R_e = \frac{4 \times 10^7}{2\pi} \doteq 6.4 \times 10^6 \text{ (m)}$$

(2) 計算甲乙兩地之距離：

$$2\pi R_e \times \frac{60^\circ}{360^\circ} = \frac{\pi R_e}{3} = \frac{\pi}{3} \times (6.4 \times 10^6) = 6.7 \times 10^6 \text{ (m)} = 6.7 \times 10^3 \text{ km}；$$

$$\text{依 } \boxed{v = \frac{s}{t}} \Rightarrow 800 = \frac{6.7 \times 10^3}{t} \Rightarrow t = 8.375 \text{ (時)}$$

**類題**：現行長度的基準是依照下列哪一種性質來訂定的？

- (A) 單擺的等時性 (B) 地球運行的規則性 (C) 以地球子午線長度  
(D) 光速的不變性 (E) 光波波長的穩定性

**答** (D)

(D)「1 公尺」定義為光在真空中傳播 299,792,458 分之 1 秒內所行之距離，利用了光速的不變性，故選(D)。

## 1-3

## 課後練習



## 基礎題

## 概念 國際單位制 (SI)

(解析見解答本)

- ( A ) 1. 下列有關國際單位系統 (SI) 的敘述，何者不正確？  
 (A) 力為一個基本量，其 SI 單位為牛頓  
 (B) 在力學上最常用的三個基本量為長度、時間及質量  
 (C) 加速度的單位乃藉由長度與時間兩個基本量所導出，亦稱為導出單位  
 (D) SI 的溫度單位是克氏 (K) (E) SI 的電量單位是  $A \cdot s$
- ( A ) 2. 在牛頓萬有引力定律中，兩球體間的引力可寫為  $F = \frac{GMm}{r^2}$ ，其中  $M$ 、 $m$  為質量， $r$  為距離。若將力的單位表為牛頓時，則式中係數  $G$  的單位應寫為何？  
 (A) 牛頓  $\cdot \frac{\text{公尺}^2}{\text{公斤}^2}$  (B) 牛頓  $\cdot \frac{\text{公尺}}{\text{公斤}}$  (C) 牛頓  $\cdot \frac{\text{公尺}^2}{\text{公斤}}$  (D) 牛頓  $\cdot \frac{\text{公尺}}{\text{公斤}^2}$   
 (E) 係數是沒有單位的
- ( A ) 3. 1900 年開始，科學家不斷地追求極小的事物及極短暫的變化，例如：分子、原子、電子等的運動是科學家們熱衷的研究項目，因此需採用一種更小的時間單位。「 $\oplus$ 」是一個極小的時間單位，在  $1 \oplus$  中，光可走 0.3 奈米。已知光速為  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，試問「 $1 \oplus$ 」相當於幾秒？  
 (A)  $10^{-18}$  (B)  $10^{-15}$  (C)  $10^{-12}$  (D)  $10^{-9}$  (E)  $10^{-6}$
- ( B C ) 4. 下列關於「國際單位制」的敘述，哪些正確？（應選 3 項）  
 E (A) 長度為基本量，SI 單位為公分 (B) 溫度為基本量，SI 單位為克耳文 (K)  
 (C) 電量為電流和時間兩個基本量所導出的物理量 (D) 質量為基本量，SI 單位為公克 (E) 時間以銨-133 元素的輻射週期的倍數為標準
5. 大雄到郊外寫生，手握畫筆，當他將手臂伸直時，畫筆恰可遮住遠方的大樓。若眼睛至畫筆的距離為 60 公分，畫筆長 20 公分，大樓高度為 50 公尺，求大雄與大樓之間的距離為多少公尺？

答 ▶ 150 公尺

**概念** 力學三大基本量（單位）

- ( B ) 6. 設光一秒內在真空中前進的距離為  $X$ ，一光年所行的直線距離為  $Y$ ，地球與太陽的平均距離（一個天文單位）為  $Z$ ，則三個長度之大小關係為何？  
 (A)  $X > Y > Z$  (B)  $Y > Z > X$  (C)  $Y > X > Z$  (D)  $Z > Y > X$   
 (E)  $X = Y > Z$

**進階題**

- ( A B ) 1. 以下有關各個物理導出量所對應的 SI 單位，哪些正確？（應選 3 項）

E

(A) 已知動能  $K = \frac{1}{2}mv^2$ ，其中  $m$  為物體的質量， $v$  為物體的速率，則動能  $K$  的單位為  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$  (B) 令  $L$  為單擺擺長， $g$  是重力加速度，則  $\sqrt{\frac{L}{g}}$  的單位與時間是相同的 (C) 已知  $P$  是氣體壓力， $V$  是氣體體積，則  $P \cdot V$  的單位與質量是相同的 (D) 電池的單位為伏特，以 SI 單位表之為  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$  (E) 已知長度為  $L$ ，質量為  $M$ ，時間為  $T$ ，今欲以  $\rho$  表達水管中流水在單位時間內的密度，則  $\rho = \frac{M}{TL^3}$

- ( D ) 2. 真空中的光速恆為  $3 \times 10^8$  公尺/秒，因此我們可以將光在一定時間中移動的距離訂為長度單位，例如以光在 1 秒中移動的距離為 1 光秒，光在 1 日中移動的距離為 1 光日。已知地球與月球的距離為 38 萬公里，這個距離約為幾光秒？  
 (A) 0.5 (B) 0.8 (C) 1.0 (D) 1.3 (E) 2.0

3. 根據壓力的定義：壓力為單位面積所受的垂直作用力： $P = \frac{F}{A}$ ，今有一登山隊員攜帶一個圓筒形鍋子上山，此鍋子蓋上鍋蓋後可以只靠鍋蓋重量而完全密閉，在高山營地中測得當地氣壓為 720 毫米水銀柱，若要使鍋內的水能在  $100^\circ\text{C}$  時沸騰的話，需要能達 1 大氣壓，而圓筒鍋的內半徑為 10 公分，則鍋蓋約需為多少公斤重？（1 大氣壓 = 76 厘米水銀柱  $\doteq$  1000 克重/平方公分）

**答** ▶ 16.52 kgw

# 1-4 物理學簡介

## 學習概念 1 物理學涵蓋的範疇

配合課本 16 頁

### 1. 何謂物理學？

- (1) 物理學的英文字「physics」，乃源於希臘字「Φύσις」，其原意為「自然」（nature）。自然界的被稱為「自然哲學」（natural philosophy）。
- (2) 物理學是一門研討物質的成分，及物質間交互作用的科學。

### 2. 物理學的發展：

一般而言，將 1900 年以前的物理學，稱為古典物理學；之後發展的稱為近代物理學。

	古典物理學（classical physics）	近代物理學（modern physics）
發展簡介	自十七世紀初葉，由伽利略、牛頓等人開始對巨觀的物理現象加以研究，至十九世紀末葉結束時建立完成了力學、熱學、光學、電磁學等，構成了相當完整的物理理論體系，統稱為古典物理學。	二十世紀初期，物理學自巨觀的物理現象，進入微觀的原子結構，科學家開始探索日常生活中體驗不到的高速度運動物體呈現的現象，這現象往往與熟知的經驗牴觸。
主要學科	<ul style="list-style-type: none"><li>• 力學（mechanics）</li><li>• 熱學（heat）</li><li>• 光學（optics）</li><li>• 電磁學（electromagnetism）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 量子力學（quantum mechanics）： 解釋微觀世界裡的物理量關係。</li><li>• 相對論（relativity）： 解釋高速狀或重力場很強時的理論。</li></ul>

### 3. 物理學的發展及其探討的程序：

- (1) 由簡而繁。
- (2) 由定性進而定量。
- (3) 由文字敘述的觀念進而以數學表示的定理。
- (4) 由經驗結果的描述，進而引入假設的理論。
- (5) 由歸納性的知識，進而成為演繹性的系統。



**範例 1 物理學的範疇**

下列哪個學說屬於近代物理學？

(A)力學 (B)電磁學 (C)光學 (D)相對論 (E)聲音

**答** (D)

**解** (D) ○ 力學、光學、聲音以及電磁學是屬於古典物理。故選(D)。

**類題 1**：「物理學」這一名詞是源自於希臘文何意？

(A)琥珀 (B)原理 (C)哲學 (D)科學 (E)自然

**答** (E)

((E) ○ 「物理學」一名源自於希臘文「自然」。故選(E)。)

**類題 2**：(甲)力學；(乙)電磁學；(丙)量子力學，就物理學的發展順序應該如何排列？

(A)甲丙乙 (B)甲乙丙 (C)乙丙甲 (D)丙甲乙 (E)乙甲丙

**答** (B)

((B) ○ 力學最早、電磁學次之、量子力學最晚。故選(B)。)

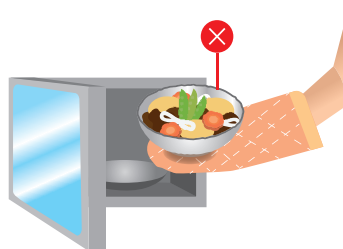
**學習概念 2 跨領域學科的挑戰**

配合課本 17 頁

1. 物理學探索自然，描述能量、物質、空間和時間的相互作用，範圍涵蓋我們生活周邊所有事物的功能。
2. 透過物理學來探究基本的自然科學現象，物理知識在日常生活中也很實用。
  - (1) GPS 使用物理方程式來估算地圖上兩個位置之間的駕駛時間。
  - (2) 平日利用微波爐加熱食物時，不能使用金屬製的餐具。



⊙ 應用手機內建的 APP 估算駕駛時間



⊙ 微波無法穿透金屬，會被其反射回去，損壞微波爐

3. 物理學與其他學科密切關聯，可對跨領域的研究做出重要貢獻。
  - (1) 化學家要理解原子和分子間的交互作用時，必須嫻熟掌握量子力學。
  - (2) 建築大樓、橋梁，涉及聲學、振動、照明、熱漲冷縮等，都會應用到相關的物理定律。
4. 學習物理學時，我們不但要專注於基本定律的理解與掌握，也要兼顧到實際應用時所需的分析方法與技巧。

## 1-4

## 課後練習



## 基礎題

## 概念 物理學涵蓋的範疇

（解析見解答本）

- ( C ) 1. 歷史上發表最偉大的鉅作「自然哲學的數學原理」，是下列哪一位科學家？  
(A)伽利略 (B)克卜勒 (C)牛頓 (D)愛因斯坦 (E)亞里斯多德
- ( D ) 2. 有關「近代物理」的敘述，下列何者錯誤？  
(A)以量子力學及相對論為基礎所建構的物理學  
(B)它是微觀的物理概念  
(C)西元 1900 年後所發展的物理學即為近代物理  
(D)強調邏輯及因果關係  
(E)是機率性及不確定性的問題
- ( D ) 3. 哪一位科學家修訂了牛頓力學理論，成為近代物理學之科學巨人？  
(A)馬克士威 (B)庫侖 (C)波耳 (D)愛因斯坦 (E)安培
- ( D ) 4. 以下是一些物理學家及其發現的理論或定律：(甲)愛因斯坦與相對論；(乙)馬克士威與電磁理論；(丙)牛頓與萬有引力定律。就你高中所學認知的自然科學發展，試將(甲)(乙)(丙)依歷史的先後順序排列為何？  
(A)甲乙丙 (B)乙甲丙 (C)乙丙甲 (D)丙乙甲 (E)甲丙乙
- ( B ) 5. 下列哪一理論可以說明物體運動速度在接近光速時的力學行為？  
(A)庫侖平方反比定律 (B)愛因斯坦狹義相對論 (C)司乃耳折射定律  
(D)引力平方反比定律 (E)行星三大運動定律
- ( A E ) 6. 牛頓曾說：「我只像是個在海邊玩耍的男孩，偶爾找到了比較平滑的鵝卵石，或是比較漂亮的貝殼，而覺得很有趣味。」以下哪些比較可能是牛頓在科學上面的貢獻？（應選 2 項）  
(A)力學 (B)電學 (C)磁學 (D)量子力學 (E)光學
- ( C E ) 7. 下列哪些理論是「近代物理」的主要內容？  
(A)牛頓力學 (B)電磁學 (C)量子力學 (D)波動光學 (E)相對論

### 概念 跨領域學科的挑戰

- ( C D ) 8. 關於物理學與跨領域的挑戰，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）
- E
- (A) 化學家要理解原子和分子的交互作用時便獨力發展出量子化學
  - (B) 建築學中涉及建築物的聲學、振動、加熱、照明、冷卻等皆利用舊經驗及老師傅的經驗傳承即可完成
  - (C) 醫學診斷中常用到的利器，如 X 射線、磁共振造影（MRI）和超音波、血流量計等檢測儀器都直接涉及物理學
  - (D) 學習物理時除了基本定律的理解與掌握，也會兼顧實際應用的分析方法及技巧與其他跨領域研究的合作
  - (E) 「物理」這個名詞在希臘語中的意思是「自然」，是研究物質、能量的本質與性質，以及它們彼此之間交互作用的自然科學

### 進階題

- ( A B ) 1. 下列哪些科技設計產品是古典物理學的應用？（應選 3 項）
- D
- (A) 簡單機械 (B) 蒸汽機 (C) 電子顯微鏡 (D) 電磁爐 (E) 雷射
- ( B ) 2. 二十世紀物理學蓬勃發展，下列哪一項應用的主要科學領域，不是這世紀的成就？
- (A) 核彈與核能 (B) 高壓傳輸電力系統 (C) 電晶體與積體電路
  - (D) 人造衛星與太空飛行器 (E) 雷射



- ( B ) 1. 科學的進步有賴科學研究者的投入，能留名科學史的往往是有新發現或開創新領域的科學家，他們的創新性貢獻常能提升大眾的生活水準，造福全人類。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萬有引力的形式相同。

(戊)提出光子假說解釋光電效應。

70% 答對率 108 學測

物理學家	庫倫	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

- ( D ) 2. 一群學生討論物理學發展史，初步整理出下列(甲)~(己)等 6 項資料的敘述。



(甲)湯姆森經由實驗發現電子的存在。

(乙)拉塞福提出原子的正電荷集中在核心、電子分布在核外圍的原子模型。

(丙)首先發現載有電流的導線會在其周圍產生磁場的是厄斯特。

(丁)首先推論光是電磁波的是赫茲。

(戊)首先由實驗發現電磁感應現象的是法拉第。

(己)首先提出能量具有量子化特性的是愛因斯坦。

在上述各項敘述中，正確的為下列何者？

62% 答對率 112 學測

(A)甲丁戊 (B)乙丙己 (C)丙丁戊己 (D)甲乙丙戊 (E)甲乙丁己

## 流體性質的測量與探索

史書記載西元 1405 年 6 月，晴朗無雲的天際，鄭和的船隊像一條身軀龐大的巨龍，橫臥在南京太昌瀏家港外的長江江面上，大小二百多艘船隻一字排開，形成了如林的船牆。在一片驚天動地的樂鼓聲、鞭炮聲及歡呼聲中，船隊啟航了。欽差正使總兵太監鄭和，巍然站立在寶船帥旗下，船隊在江面上破浪前進，到達長江山海口前，領航官陳建州發現長江江面變得寬廣，江水流速變慢，船身沒入水面下的體積也逐漸改變，於是下令全體揚帆，以求能在吉時，進入東海，展開人類歷史上最壯麗璀璨的三保太監鄭和下西洋之處女航。擔任如此龐大船隊的領航官，陳建州必然具備相當的航行知識。以現今的流體力學解釋，當洋流是穩定的，在一定時間內流過江口各截面的海水（質）量都會相同，也就是洋流在通過河道寬度狹窄、水淺處，洋流特別湍急，這便是遵循所謂的連續方程式。下表列出的甲～己（括號內為其符號）為回答下列各問題時需要考慮的一些參數。



甲 (A)	乙 (v)	丙 (m)	丁 (t)	戊 (P)	己 (V)
江口任一處截面積	洋流流速	海水質量	海水流動時距	海水密度	海水體積

1. 利用數值常數、定義的參數符號，試將領航官陳建州所領悟的流體力學特性，簡述推論，並以一數學關係式表示。

答：詳見解析

- ( D ) 2. 長江水自瀏家港抵達出海口前，高度落差的遞減幅度甚小可忽略且不計潮汐影響，若瀏家港外的長江平均寬度 1260 公尺，水位（水深）6 公尺，江水流速平均為 12 公尺/秒。長江在出海口前，江面平均寬度變為 2268 公尺，水位 5 公尺，假設江水為穩定理想洋流，承 1. 的推論關係式，試問此時江水流速約為多少公尺/秒？  
(A) 1.4 (B) 4.8 (C) 5.6 (D) 8.0 (E) 9.6
- ( D ) 3. 寶船沿長江（淡水）航行進入東海（鹹水）時，有關船身沒入水面下的體積變化與浮力的關係，下列何者正確？  
(A)寶船沒入水面下體積變大、所受浮力變大 (B)寶船沒入水面下體積變大、所受浮力不變 (C)寶船沒入水面下體積變小、所受浮力變大 (D)寶船沒入水面下體積變小、所受浮力不變 (E)寶船沒入水面下的體積變化，與浮力無關



- ( C ) 4. 船隊在長江山海口前，領航官陳建州手握住一枝長 20 公分的細木桿，伸長手臂用細木桿和鄰側遠方一座高 12 公尺的涼亭對照，發現細木桿兩端剛好和涼亭上下緣對齊，若眼睛和細木桿相距 60 公分，試問涼亭和領航官陳建州的距離約為何？  
(A) 20 (B) 30 (C) 36 (D) 60 (E) 72 公尺

## 長度基本量的探索

空間的基本概念是距離（或長度），而空間觀念的數量化可用「長度的測量」來達成。最初各國對長度的測量所採用標準不同，最後選定「米」（meter，即公尺）做為國際公認長度單位。

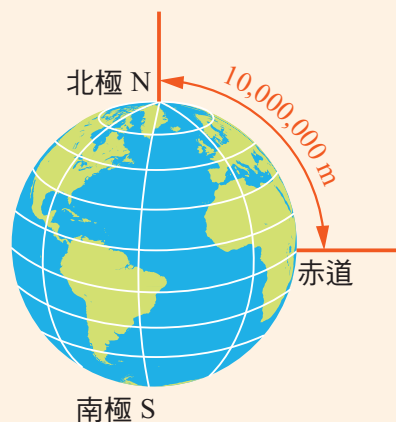
「米」的由來，源於 1791 年 3 月 30 日巴黎國民大會決議採用「由北極經巴黎到赤道之子午線弧長的一千萬分之一的長度，定為 1 公尺。」依此規定便以鉑製成一米尺作為標準米棒，後來此棒經精密測定不甚準確微小於 1 公尺，約有 0.023% 的誤差。1875 年國際度量衡大會再次修訂以鉑（90%）、銥（10%）合金製成同長度標準 1 公尺米棒，這一標準米棒仍存有下列諸項缺點：

- (1) 長度隨溫度改變而改變，校正麻煩。
- (2) 雖然鉑銥合金硬度與抗氧能力高，但假以時日，標準米棒長度仍會有所變化。
- (3) 天災人禍可能使標準米棒變形或散失。
- (4) 送到各國的標準米棒複製品在複製過程中有誤差存在，精確度已不能符合近代科技的要求。

隨著科技的發展，人們希望把長度基本單位建立在更科學、更可靠的基準上，而不再是用某一實體的尺寸做為標準。依此，在 1961 年國際度量衡會議上同意以氪（ $^{86}_{36}\text{Kr}$ ）元素在  $2\text{P}_{10}$ 、 $5\text{D}_5$  兩能階間遷移時所輻射出橘紅色光在真空中波長的 1650763.73 倍為 1 公尺。這種規定的好處是：

- (1) 此種原子標準，可不必再擔心標準米棒是否會因任何因素而變形、散失。
- (2) 此種原子標準，精確且歷久不變，只要有氪燈設備，任何國家均可依此標準作公尺的校驗而不需到巴黎去。

今日最新的公尺標準是於 1983 年 9 月，第 17 屆國際度量衡大會重新決議，以光在真空中於  $\frac{1}{299792458}$  秒時間內所行經之距離為 1 公尺。依此定義，在真空中光於 1 秒內可行進 299792458 公尺。閱讀上文，試回答 5. ~ 8. 題：





( D ) 5. 下列何者是「長度」基本量的 SI 單位？

(A) km (B)  $\mu\text{m}$  (C) nm (D) m (E) 以上均是

( B E ) 6. 下列有關「1 公尺」由來的沿革敘述，哪些錯誤？（應選 2 項）

(A) 公認製作而得的米棒，應符合「不變性」與「易得性」

(B) 選作米棒的金屬材料，應採用活性極低的鉑、鈱，如此便完美無缺

(C) 米棒複製品，分送各國使用時亦應時時保持在  $0^{\circ}\text{C}$  的環境中，以確保完整性

(D) 光在真空中歷經  $\frac{1}{299792458}$  秒所行之距離為 1 公尺，是目前最新的 1 公尺定義

(E) 國際度量衡會議曾一度採用常溫下銫原子  $^{133}\text{Cs}$  的自然擺動長度定義為 1 公尺

( C D ) 7. 有關「長度的測量」，下列各項敘述哪些錯誤？（應選 2 項）

(A) 利用某種放大工具的幫助，如果可將一米細分至含有微米刻度的程度，用這樣的米尺來測量細菌較恰當

(B) 有兩支直尺，最小刻度單位依次為公分、公釐，若同時用這兩支直尺來度量一張桌子的長度，以公釐刻度者較準確

(C) 量度一張課本紙張的厚度，最好是先測出課本的總厚度，以取得較大的測量值，然後查得課本總頁碼，再將總厚度除以總頁碼，即得到一張紙的厚度

(D) 某人在 A 位置測得一山頂的仰角為  $30^{\circ}$ ，前進 20 米抵達 B 位置後又測得山頂的仰角為  $60^{\circ}$ ，據此資料可以推測山高為 40 米

(E) 承(D)，這種測量距離的方法是利用光的直進原理

8. 在人類從事各種「長度測量」的演進過程中，擅用「光線直進」的特性，是相當重要的經驗！今有一艘商船向著正北航行，在 A、B 二港口處先後測得北極星的仰角分別為  $\alpha$ 、 $\beta$ （單位為弧度），已知弧長 = 半徑  $\times$  角度（弧度），依此可以估算得 A、B 二港口相距若干？（地球半徑為  $R_e$ ）

答：  $R_e (\beta - \alpha)$