

CHAPTER 1

科學的態度與方法

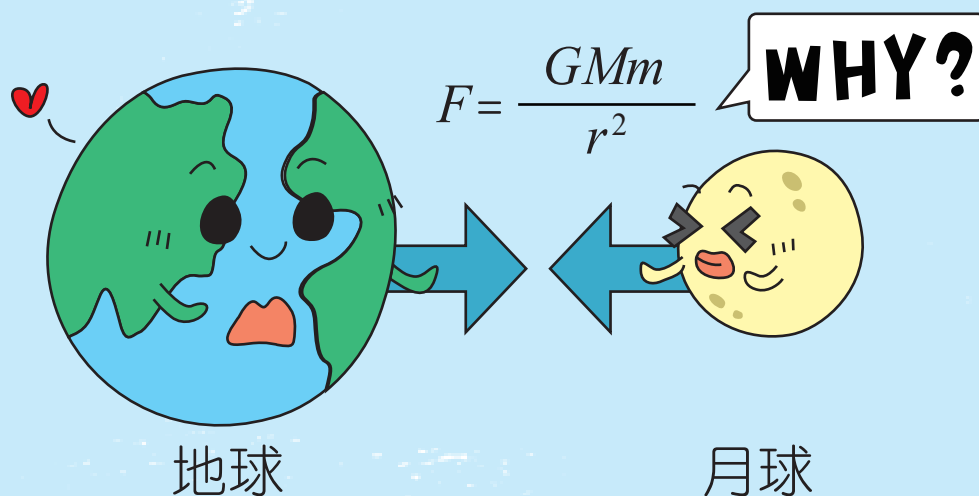


物理不思議

蘋果為什麼會往下掉？答案是「受地球引力作用」。

兩星球間的引力怎麼算？則根據「用萬有引力定律 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 來計算」。

那麼試問「有質量的物體為什麼會相吸？」、「兩星球間的引力為什麼會遵守萬有引力定律？」



參考答案

這兩題的答案都是「無解」，就像「為什麼會有宇宙存在？」一樣，科學界也沒有辦法找到終極答案。雖然如此，物理學家卻能從觀察、推理、實驗、歸納等過程，再加上豐富的想像力，找出物質與能量所遵循的規律，建立了現今的物理學。

1-1

科學的態度

概念 好奇、理性、客觀 (配合課本 p. 3)

1. 物體是由什麼東西組成的？為什麼有的天體運行會有週期性？天空、深海看起來為什麼是藍色的？面對五花八門的問題，科學家總是對這些現象保有**好奇心**。



圖 1-1 ■ 科學的態度是面對五花八門的問題總是保持好奇心。

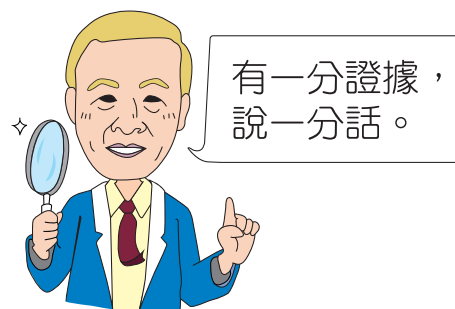


圖 1-2 ■ 科學的態度是要以理性、客觀的方式來思考。

2. 好奇心是文明成長的動力，但除此之外，科學家還會以**理性**、**客觀**的方式來思考，同時以實事求是、不畏艱難的精神來面對問題、解決問題。實事求是就是要「有一分證據，說一分話、避免妄下決斷」。這些嚴謹的科學態度，都可以幫助科學家們解答心中的疑問。

1-2

科學的方法

概念 1 科學研究的方法 (配合課本 p. 5)

1. 在從事科學研究時，科學家有時透過主觀的判斷與猜想來預測問題的原因，接著藉由各種客觀的科學方法來驗證，例如**確認問題**、**提出假說**、**實驗分析與驗證**、**建構理論**、**做出預測**等，來確認猜想或假說是否正確。下面以天體運行模式的歷史發展為例，來說明科學研究方法的順序。

2. 天體運行和物理概念的傳承

- (1) 站在地球上來看天體，很容易觀察到它們是繞著地球運動，因此會產生「地球是宇宙中心」的錯覺。也因此有了「地心說」的論述，這也是**亞里斯多德** (Aristotle, 公元前 384–前 322) 和**托勒密** (Claudius Ptolemaeus, 約 90–168) 的信仰。按照地心說來解釋四季日出位置的變化，如圖 1-3，會認為太陽繞地球除了要穩定地轉，還要維持有規律地南北擺動。另外用地心說來解釋行星的逆行現象，也很複雜。



圖 1-3 ■ 日出位置會隨四季變化。

- (2) 1543 年 哥白尼 (Nicolas Copernicus, 1473–1543) 倡議「日心說」，認為所有天體都繞著太陽公轉，此論述就很容易解釋日出位置與氣候會隨四季變化 (圖 1-4) 以及行星的逆行現象 (圖 1-5)。



圖 1-4 ■ 觀察左邊地球與太陽的位置，地球自轉軸傾斜朝向太陽，太陽較直射北半球，此時北半球會是炎熱的夏天；反之，地球自轉軸傾斜偏離太陽，太陽入射角度較偏離北半球，此時北半球是寒冷的冬天。

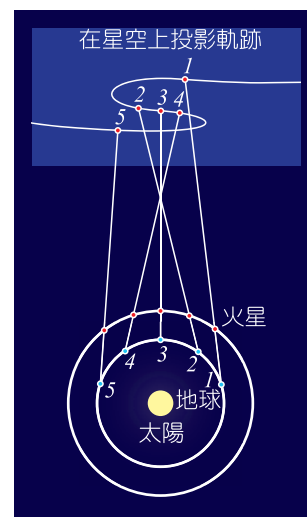


圖 1-5 ■ 從地球觀察火星 (Mars) 時會出現逆行的現象。

- (3) 1609 年與 1619 年 克卜勒 (Johannes Kepler, 1571–1630) 在哥白尼的日心說基礎上，利用第谷 (Tycho Brahe, 1546–1601) 累積多年的天體運行紀錄，歸納出行星三大運動定律 (本書 3-1 會有較詳盡的說明)。
- (4) 1609 年，伽利略 (Galileo Galilei, 1564–1642) 把自製的望遠鏡望向太空，讓人類的視野變得更深遠，1610 年更發現木星有四顆衛星繞著它轉，也確定太陽和木星都比地球大很多，地心說因此面臨很大的挑戰。後續因科學家累積大量的觀測結果證實，最後地心說也只能黯然退場。

3. 實證科學的發展，讓科學的進展更嚴謹、更快速

- (1) 在哲學思辯活躍的亞里斯多德時代，如圖 1-6，哲學家有時會用「想像實驗」推理，只要沒有矛盾就當成真理。

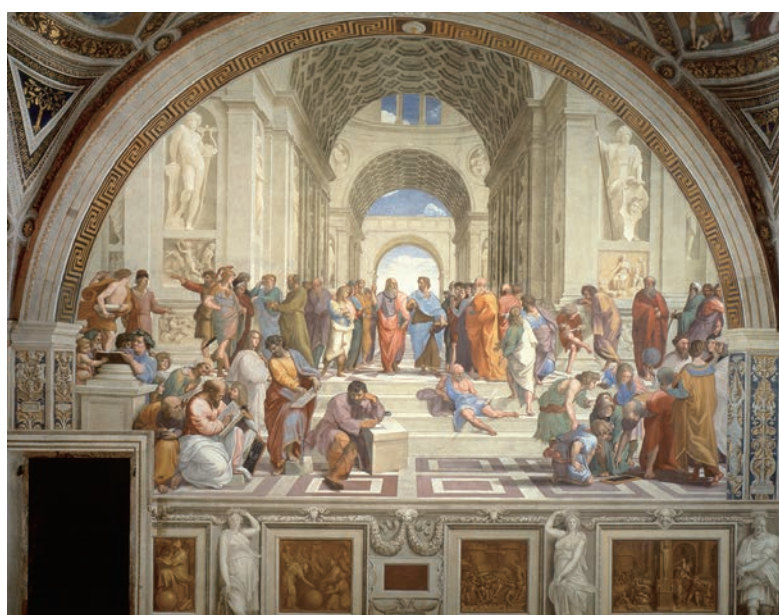


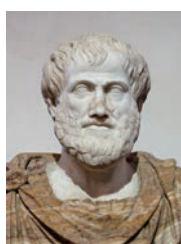
圖 1-6 ■ 拉斐爾的壁畫：雅典學院。柏拉圖和亞里斯多德站在中央位置。

(2)直到 伽利略 出現，用心提出理論、假說，再動手製作精密的實驗器具，驗證自己的想法，因此伽利略可以說是實證科學的始祖。單擺的等時性和慣性定律，都是伽利略在實證科學上的重要貢獻。

4.有了伽利略在慣性運動上的努力，牛頓（Isaac Newton, 1643–1727）才能寫下影響深遠的三大運動定律。另外在克卜勒發現行星三大運動定律的基礎下，他也才能發現萬有引力定律。因此牛頓才會說「站在巨人的肩膀上，才能看得更遠」（圖 1-7）。



圖 1-7 ■ 在巨人肩膀上的牛頓。



亞里斯多德提出：

「地球是宇宙的中心」、「物體如果沒有受到推力，就會靜止下來。」



哥白尼提出「日心說」



伽利略提出「慣性定律」



克卜勒提出「行星運動定律」



牛頓提出「萬有引力定律」
與「三大運動定律」

圖 1-8 ■ 天文學與力學的演進簡圖。

5.物理學家們重要、關鍵的傳承與貢獻，也牽動人類文明發展的方向。如果沒有眾多物理學家在電磁學上累積多年的知識，馬克士威（James Clerk Maxwell, 1831–1879）也很難在電磁理論的統一上有太多的貢獻。有三百多年的物理學知識做靠山，愛因斯坦（Albert Einstein, 1879–1955）才能發現超越時代的相對論。

6. 在物理學的演進過程中，物理學家不斷地以實驗檢驗理論，並以理論引導實驗，兩者相輔相成，平衡發展。因此測出電子電量的密立坎 (Robert Millikan, 1868–1953) 曾言：「**實驗**與**理論**是科學前進的兩隻腳。」除此之外，物理學家也使用進步、高明的**儀器**與**數學**，使物理學的進步速度非常驚人，並更加發揚光大。

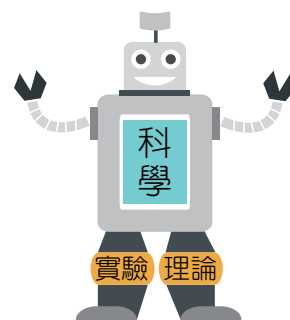


圖 1-9 ■ 實驗與理論是科學前進的兩隻腳。

觀念小試 1

牛頓曾說過：「站在巨人的肩膀上，才能看得更遠。」由於前人的貢獻，才能成就後面物理學家的成長，試問下列科學家，何者不可能對牛頓有影響？

(A)哥白尼 (B)第谷 (C)克卜勒 (D)伽利略 (E)馬克士威

答：E

解析

馬克士威是生於牛頓之後的科學家，不可能對牛頓有影響。

概念 2 基本物理量和國際標準單位 (配合課本 p. 9)

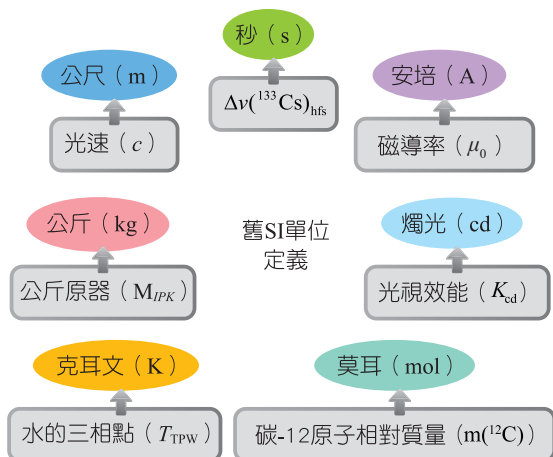
》Loading《 國中課程只簡單提到公尺、公斤是 SI 制的單位，未提及基本量與導出量等概念。

1. 用來表示各種物理性質的量稱為物理量，物理量都是能夠被測量的，例如長度、質量、時間、速度等。
2. 科學界為了統一度量的標準，從十進位的 MKS 制 (meter-kilogram-second，公尺–公斤–秒) 推廣，設計了一套實驗室可以重複驗證、測量的單位標準，稱為**國際單位制**，或簡稱 **SI** (Système international) 單位制，作為科學界流通的公制單位。
3. 在 SI 制中，共訂定了七種基本物理量，簡稱**基本量**，它們的單位稱為 **基本單位**，如表 1-1。

表 1-1 國際單位制 (SI) 的七個基本量與基本單位

基本量 (英文符號)	基本單位 中文名稱	基本單位 英文符號
長度 (ℓ)	公尺 (米)	m
質量 (m)	公斤 (千克)	kg
時間 (t)	秒	s
電流 (I)	安培	A
溫度 (T)	克耳文	K
發光強度 (L)	燭光	cd
物 (質) 量 (n)	莫耳	mol

4. 國際單位的訂定，早期是用常見的物品作為基準，例如長度 1 公尺的標準尺，和質量 1 公斤的標準原器。由於被複製的標準尺與標準原器會隨環境的溫度、溼度等因素發生變化，於是科學界最後決定利用一些**自然界的常數**來定義這些單位。
5. 因為銫 (^{133}Cs) 原子會釋放**特定週期**的電磁波，1967 年就把這個週期的 9 192 631 770 倍定義為 1 秒，這個測量時間的儀器就稱為銫原子鐘。1983 年又利用**光速的不變性**，定義 1 公尺為光在真空中走 1/299 792 458 秒的距離。目前碩果僅存的 1 公斤標準原器，已經在 2019 年 5 月 20 日退場，由標示微觀世界的**普朗克常數** (Planck constant) 來重新定義 1 公斤。



6. 最新的七個基本單位是以圖 1-11 所示的光速 c 、銫原子鐘所釋放的特性光子頻率 $\Delta\nu(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}}$ 、普朗克常數 h 、波茲曼常數 (Boltzmann constant) k_B 、基本電荷 (elementary charge) e 、光視效能 (luminous efficacy) k_{cd} 和亞佛加厥常數 (Avogadro number) N_A 共七種常數來定義的。例如 h 的單位 (記成 $[h]$) 是 $\text{J}\cdot\text{s}$ ，即 $[h] = \text{J}\cdot\text{s} = \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ，得知 $\text{kg} = [h]\text{m}^{-2}\text{s}$ ，因此可以利用連結質量和普朗克常數的實驗來定義 1 公斤。
7. **導出量**是基本量經過代數運算後的合成量，例如：速率 (導出量) = 長度/時間。導出量的單位都可以從基本單位導出而被稱為 **導出單位**，例如速率的單位為**公尺/秒**，力的單位為**牛頓** ($= \text{公斤}\cdot\text{公尺/秒}^2$)，都是 SI 制的導出單位。
8. 在一個等式中，如果已知的「物理量」或「常數」的單位均採用 **SI 制**，則經過計算所求出的物理量的單位也一定是 **SI 單位**。例如：公式 $F = ma$ 中，若 F 與 m 為兩個已知的物理量，且它們的單位都採用 SI 制，分別為牛頓與公斤，則經計算求出的 a 之單位也一定是 SI 單位，即公尺/秒²。

表 1-2 常見的導出量與其 SI 導出單位

導出量	公式	SI 導出單位	導出量	公式	SI 導出單位
速度	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$	功率	$P = \frac{W}{t}$	$\text{瓦特 (W)} = \frac{\text{焦耳}}{\text{秒}}$ $= \frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}^2}{\text{秒}^3}$
加速度	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\frac{\text{公尺}}{\text{秒}^2}$	頻率	$f = \frac{1}{T}$	赫 (Hz) = $\frac{1}{\text{秒}}$
力	$F = ma$	牛頓 (N) = $\frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}}{\text{秒}^2}$	電荷	$Q = It$	庫倫 (C) = 安培 · 秒
壓力	$P = \frac{F}{A}$	$\text{帕 (Pa)} = \frac{\text{牛頓}}{\text{公尺}^2}$ $= \frac{\text{公斤}}{\text{公尺} \cdot \text{秒}^2}$	電壓	$V = \frac{\Delta U}{Q}$	$\text{伏特 (V)} = \frac{\text{焦耳}}{\text{庫倫}}$ $= \frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}^2}{\text{安培} \cdot \text{秒}^3}$
功、能量	$W = FS$ 、 $K = \frac{1}{2}mv^2$	$\text{焦耳(J)} = \text{牛頓} \cdot \text{公尺}$ $= \frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}^2}{\text{秒}^2}$	電阻	$R = \frac{V}{I}$	$\text{歐姆 } (\Omega) = \frac{\text{伏特}}{\text{安培}}$ $= \frac{\text{公斤} \cdot \text{公尺}^2}{\text{安培}^2 \cdot \text{秒}^3}$

範例 1 求 SI 制的導出單位 ▶

牛頓的萬有引力定律數學式 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 中，若 F 的單位為牛頓， M 、 m 的單位為公斤， r 的單位為公尺，則萬有引力常數 G 的 SI 單位為？

答： $\frac{\text{公尺}^3}{\text{公斤} \cdot \text{秒}^2}$

解析 $G = \frac{Fr^2}{Mm} \Rightarrow G$ 的單位 = $\frac{\text{N} \times \text{m}^2}{\text{kg} \times \text{kg}} = \frac{\text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m}^2}{\text{kg}^2} = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$ 。

類題 1

「力矩」是一個導出量，試將其「導出單位」以基本單位的組合表示。

答： $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$

解析 由公式：力矩 = 力臂 × 力的大小 \Rightarrow 力矩的單位 = $\text{m} \times \text{N} = \text{m} \times \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ 。

9. 數量級的意義

- (1) 一個正數若取 10 的整數乘方作為大約值，則此「10 的整數乘方」稱為該正數的數量級。
 (2) 一個正數可表為 $A \times 10^n$ ，其中 $1 \leq A < 10$ ， n 為整數。

① 若 $A \geq 10^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10} \approx 3.16$ ，則取 $A = 10$ ，該正數的數量級為 10^{n+1} 。

② 若 $A < 10^{\frac{1}{2}} = \sqrt{10} \approx 3.16$ ，則取 $A = 1$ ，該正數的數量級為 10^n 。

例如：數字 4.1×10^{-10} 中， $4.1 \geq 3.16$ ，所以該數字的數量級為 $10 \times 10^{-10} = 10^{-9}$ ；

數字 2.0×10^7 中， $2.0 < 3.16$ ，所以該數字的數量級為 $1 \times 10^7 = 10^7$ 。

觀念小試 2

(1) 1 年約為_____秒，以數量級表示。

(2) 1 光年約為_____公尺，以數量級表示。(光速 = 3.0×10^8 公尺/秒)

答：(1) 10^7 (2) 10^{16}

解析

(1) $365 \times 24 \times 60 \times 60 = 3.1536 \times 10^7 \approx 10^7$ (s)。

(2) 1 光年即光經 1 年時間所走的距離

= 光速 \times 時間 = 3.0×10^8 m/s \times 3.1536×10^7 s = 9.4608×10^{15} m $\approx 10^{16}$ m。

10. 常用的單位輔助字首

表 1-3 常用的單位輔助字首

輔助字首	輔助字首縮寫	倍數	輔助字首	輔助字首縮寫	倍數
peta-	P (拍)	10^{15}	centi-	c (厘)	10^{-2}
tera-	T (兆)	10^{12}	milli-	m (毫)	10^{-3}
giga-	G (吉)	10^9	micro-	μ (微)	10^{-6}
mega-	M (百萬)	10^6	nano-	n (奈)	10^{-9}
kilo-	k (千)	10^3	pico-	p (皮)	10^{-12}
hecto-	h (百)	10^2	femto-	f (飛)	10^{-15}
			atto-	a (阿)	10^{-18}

例如：1 百萬瓦特的英文可表示為 1 megawatts，簡寫為 1 MW，即 $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$ 。

1 毫秒的英文可表示為 1 milliseconds，簡寫為 1 ms，即 $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$ 。

註：原子尺度的長度單位「埃 (Å)」定義為：1 埃 = 10^{-10} 公尺。

範例 2 單位的輔助字首

低頭族愈來愈多，整天盯著螢幕的結果，白內障患者年齡層逐漸降低。最新研發的「飛秒無刀白內障雷射手術」，利用波長 1053 nm 的紅外線雷射光，穿透角膜表皮層，再利用斷層掃描與 3D 影像控制，協助眼科醫師手術。

(1)文中提到的飛秒手術，是指極短的時間發出脈衝雷射，飛秒是多少秒？

(A) 10^{-3} 秒 (B) 10^{-6} 秒 (C) 10^{-9} 秒 (D) 10^{-12} 秒 (E) 10^{-15} 秒

(2)一般 80 磅 (g/m^2) 的影印紙厚度大約為 0.12 mm，大約是文中提到紅外線波長的多少倍？

素養題

答：(1) E (2) 114

解析 (2) $\frac{0.12 \text{ mm}}{1053 \text{ nm}} = \frac{0.12 \times 10^{-3} \text{ m}}{1053 \times 10^{-9} \text{ m}} \approx 114 \text{ 倍}。$

類題 2

(1)目前台積電的晶片製造技術可達 3 奈米 =

(A) 3×10^{-3} (B) 3×10^{-6} (C) 3×10^{-9} (D) 3×10^{-12} 公尺

(2)電腦 CPU 的運算頻率為 3.0 GHz =

(A) 3.0×10^3 (B) 3.0×10^6 (C) 3.0×10^9 (D) 3.0×10^{12} Hz

答：(1) C (2) C

11.單位的換算

例子 1：密度 $1 \text{ g/cm}^3 = \underline{1000} \text{ kg/m}^3$ **解析：** $1 \text{ g/cm}^3 = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 1000 \text{ kg/m}^3。$

例子 2：速率 $90 \text{ km/h} = \underline{25} \text{ m/s}$ **解析：** $90 \text{ km/h} = 90 \times \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 25 \text{ m/s}。$

小節練習

(一) 基礎演練

概念 1 科學研究的方法

ABC 1. 下列物理學家與其重要發現的配對，哪些正確？(應選 3 項)

- (A) 愛因斯坦—相對論
- (B) 克卜勒—行星運動定律
- (C) 伽利略—以望遠鏡作天文觀測支持日心說
- (D) 哥白尼—支持地心說
- (E) 牛頓—開創實驗物理學

ABD
E 2. 靠著科學家們的努力，物理學才能有新的發現與突破。下列有關物理學家的敘述中，哪些正確？(應選 4 項)

- (A) 克卜勒整理第谷資料，發現行星三大運動定律
- (B) 伽利略利用自製望遠鏡發現木星有四顆衛星
- (C) 牛頓從伽利略的行星數據，提出萬有引力定律
- (D) 馬克士威統一電磁學理論
- (E) 愛因斯坦提出跨時代的相對論

C 3. 伽利略是實證科學的始祖，試問下列的實驗與發現，何者並非伽利略的貢獻？

- (A) 發現木星有四顆衛星
- (B) 設計單擺的週期實驗
- (C) 發現行星繞太陽的軌道是橢圓形
- (D) 物體在斜面作等加速度運動實驗

B 4. 許多實驗室喜歡用科學家的名字當作實驗室的名稱，試問下列的實驗室，何者與他們的研究較無相關？

- (A) 克卜勒實驗室—天文觀測與數據分析
- (B) 牛頓實驗室—光波動研究干涉與繞射現象
- (C) 焦耳實驗室—再生能源的開發與能源轉換
- (D) 法拉第實驗室—提升無線充電效率研究
- (E) 愛因斯坦實驗室—光電效應提升電能轉換

D 5. (甲)馬克士威提出電磁理論 (乙)愛因斯坦提出相對論 (丙)牛頓提出萬有引力定律。以上三者發生的先後順序為？

- (A) 甲乙丙 (B) 乙甲丙 (C) 乙丙甲 (D) 丙甲乙 (E) 甲丙乙

概念 2 基本物理量和國際標準單位

ACD
FHJ

6. 下列哪些單位為 SI 制的基本單位？(應選 6 項)

- (A)公尺 (B)牛頓 (C)安培 (D)公斤 (E)帕 (F)克耳文
(G)瓦特 (H)燭光 (I)焦耳 (J)莫耳 (K)庫侖 (L)歐姆

D 7. 長度、面積、體積、質量、溫度、密度、重量、力、時間、速度、壓力、物量、能量、電流等 14 個物理量，有幾個是國際單位系統 (SI) 的基本物理量？

- (A) 9 (B) 8 (C) 7 (D) 6 (E) 5

(1) C 8. (1) 現行國際單位制中，時間單位的基準是依照以下何者來訂定的？

- (A)單擺的等時性 (B)地球運轉的規則性 (C)銨原子輻射光譜頻率的穩定性 (D)光速的不變性

(2) E 9. (2) 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)光波波長的穩定性
(D)地球子午線長度 (E)光速的不變性

9. 為了紀念許多科學家的貢獻，因此用他們的名字為單位，在七個基本的物理量中，哪些單位也是科學家的名字？**安培；克耳文**

BD 10. 下列哪些不是 SI 制的導出單位？(應選 2 項)

- (A)庫侖 (B)卡 (C)瓦特 (D)公克/公分³ (E)牛頓

A 11. 功率的定義為單位時間所作的功，即 $P = \frac{W}{t}$ ，則功率的 SI 單位可表為

- (A) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3}$ (B) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (C) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$ (D) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ (E) $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2}$

CE 12. 下列哪些錯誤？(應選 2 項)

- (A) $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ (B) $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ (C) $1 \text{ ps} = 10^{-15} \text{ s}$
(D) $1 \text{ kg} = 10^6 \text{ mg}$ (E) $1 \text{ GHz} = 10^3 \text{ THz}$

BDE 13. 下列單位的換算，哪些正確？(應選 3 項)

- (A) $1 \text{ 厘米} = 10^{-3} \text{ 公尺}$ (B) $1 \text{ 微安培} = 10^{-6} \text{ 安培}$ (C) $1 \text{ 公斤} = 10^3 \text{ 毫克}$
(D) $10 \text{ 微秒} = 10^{-5} \text{ 秒}$ (E) $1 \text{ 紅光波長 } 650 \text{ 奈米} = 6.5 \times 10^{-4} \text{ 毫米}$

D 14. 目前定義光在真空中的速度為 299 792 458 公尺/秒，大約每秒走 30 萬公里。已知地球與月球的距離為 38 萬公里，若在月球上擺一個反射鏡，從地球發射一束雷射光線，經過月球上的鏡面反射後回到地球，大約花多久的時間？

- (A) 0.5 (B) 0.8 (C) 1.5 (D) 2.5 (E) 3.5 秒

(二) 經典試題

- A 15. 某外星人所使用的長度單位為 \oplus ，時間單位為 \odot 。當其來到地球時，發現和地球的單位比較，
 $1 \oplus = 2.50 \text{ m}$ ， $1 \odot = 5.50 \text{ s}$ 。若此外星人在地球上以 $1.10 \times 10^8 \frac{\oplus}{\odot}$ 的速度行進，這速度相當於多

少 m/s ？

- (A) 5.00×10^7 (B) 3.00×10^8 (C) 2.42×10^8 (D) 1.10×10^8

93 研究試題

- B 16. 依國際單位系統，長度的基本單位為公尺。一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，求地球的半徑約為多少公尺？

1 大氣壓	$1.01 \times 10^5 \text{ 牛頓/公尺}^2$
半徑為 R 的圓周長	$2\pi R$
半徑為 R 的圓球表面積	$4\pi R^2$

- (A) 6×10^4 (B) 6×10^6 (C) 6×10^8 (D) 6×10^{10} (E) 6×10^{12}

89 學測

- B 17. 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 kg/m^3 ？

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

100 學測

- C 18. 下列何者為能量的單位？

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

104 學測

- C 19. 下列以 SI 基本單位表示之物理量單位，何者正確？

- (A) 電量 $\text{A} \cdot \text{s}^2$ (B) 壓力 $\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$ (C) 功率 $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$ (D) 動能 $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$ (E) 熱量 $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

110 學測

1-3

物理學簡介

概念 1 物理學的範疇和探究的方向 (配合課本 p. 13)

1. 物理學 (physics) 是一門探究大自然運作規律的科學，其內容包括物質、運動與力、場、波動、能量、宇宙的演化等。所探究的範疇可以說小自基本粒子，大至整個宇宙。
2. 我們以德國人 普朗克 (Max Planck, 1858–1947) 在 1900 年提出革命性的「量子論」作為物理學發展的分水嶺，如圖 1-12，在此之前發展的物理學統稱為古典物理，在此之後發展的新物理學則稱為近代物理。

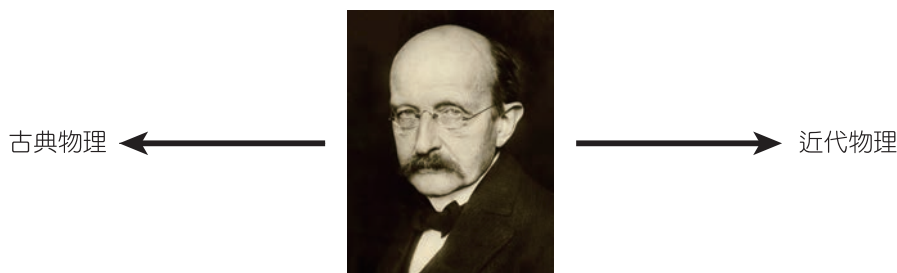


圖 1-12 ■ 1900 年普朗克提出量子論。

物理學 { 古典 物理：力學、熱學、光學、電磁學等。
近代 物理：量子力學、相對論等。

- 註：**
1. 普朗克在量子論中提出能量量子化的假設，他認為原子與分子的可能振動能量不是連續變化的任意值，而是與振動頻率有關的特定能量之整數倍。他的假設被證實是正確的，因此獲頒 1918 年的諾貝爾物理學獎。
 2. 量子力學：以量子論為基礎所發展的物理學，其內容為研究微觀世界的各種物理現象，本書第 5 章會有量子現象的介紹。
 3. 相對論又可分為狹義相對論與廣義相對論，由愛因斯坦所建立。
 - (1) 狹義相對論：介紹時間、空間等物理量在相對移動的慣性坐標系間之轉換。
 - (2) 廣義相對論：將狹義相對論內容推廣至所有坐標系均適用，並介紹重力與宇宙時空結構的關係。
 4. 近年諾貝爾物理學獎主題：低溫物理、凝態物理、原子分子物理、生物物理、中高能物理（傳統的核物理）、高能物理和天文物理，也是物理學家常見的分類法。

觀念小試 1

下列哪些理論是「近代物理」的主要內容？(應選 2 項)

(A)牛頓力學 (B)電磁學 (C)量子力學 (D)波動光學 (E)相對論

答：CE

3. 利用物理學知識發展出的科技，例如電燈、蒸汽機、發電機、汽車、電視機、雷射、火箭、人造衛星、太空梭、核磁共振顯影、核能發電、電腦、手機、奈米科技等，不勝枚舉，不僅改善人類的生活，甚至引起工業革命。

概念 2 精準測量的重要性和跨學科、跨領域的挑戰 (配合課本 p. 14)

1. **數學**是物理學的語言和工具，科學界為了計量標準的**恆定性**，必須依賴物理「**常數**」來定義基本單位，如 p. 6 圖 1-11。
2. 科學家也常常在**跨尺度**的研究上發現新物理。例如在奈米尺度與低維度的材料發現新奇的現象，也在星系的尺度發現暗物質，在宇宙的尺度發現暗能量，更藉助電腦分析大數據的模式，開闊新視野。
3. 複雜多元的自然現象原本就是跨領域、跨學科的現象，因此跨領域的研究和整合，也是回應大自然發展的一種趨勢。打破領域和學科的侷限，尋找更簡單、更普適的規律，都是物理學家必須面對的挑戰。

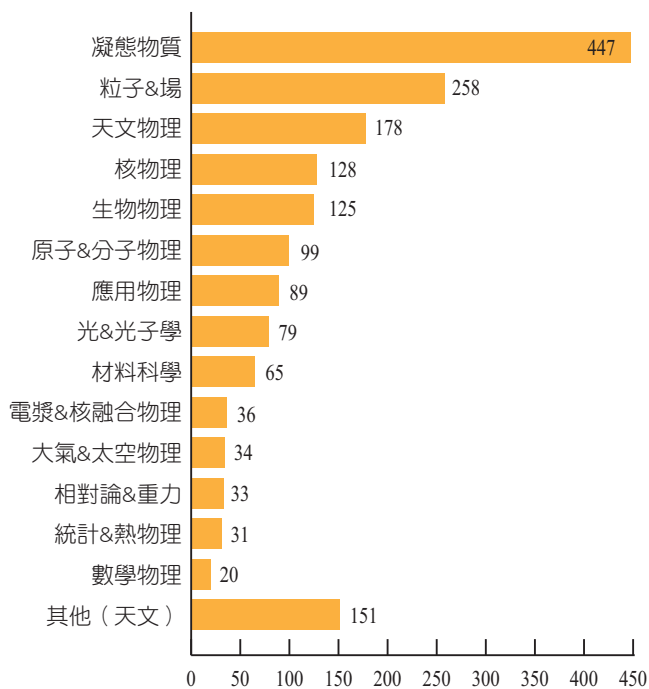


圖 1-13 ■ 美國 2013 年與 2014 年各個次領域獲得物理學博士學位的人數總和。

素養混合題

新聞報導，大樓外牆，長 110 公分、寬 70 公分、厚度 3 公分，質量大約 60 公斤的磁磚從 4 樓（約 12 公尺）掉下來，如果這塊磁磚砸到地面，新聞報導形容地面等同受到 300 公斤重物所造成的衝擊力。試問：

(1) 利用岩石與其密度的表格，預測此磁磚為哪一種材質？

(A) 鹽岩 (B) 泥質岩 (C) 大理石 (D) 斑岩 (E) 板岩

岩石種類	密度 (克/公分 ³)
鹽岩	1.9~2.2
泥質岩	2.0~2.5
大理石	2.5~2.7
斑岩	2.8~2.9
板岩	3.0~3.3

(1) C

磁磚密度 = $\frac{\text{質量}}{\text{體積}} = \frac{60 \times 1000}{110 \times 70 \times 3} = 2.6$ (公克/公分³) 在大理石的密度範圍內。

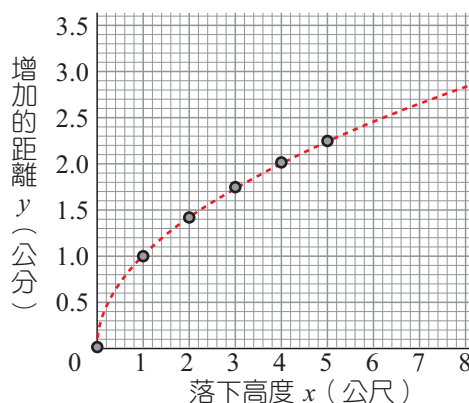
(2) 阿坤想驗證 60 公斤重的物體，從 12 公尺高的地方掉下來，是否相當於 300 公斤重（5 倍）的衝擊力，因此設計了如下圖所示的緩衝裝置：



如果將 1 公斤的鐵球，靜置於緩衝裝置上，裝置大約下降 0.5 公分。若從不同高度釋放，測量結果如下表與下圖所示。依據下面圖表，則裝置被撞擊後所增加的距離 y (公分) 與落下高度 x (公尺) 的函數關係應為？

(A) $y = x$ (B) $y = x^2$ (C) $y = x^3$ (D) $y^2 = x$ (E) $y^3 = x$

落下高度 (公尺)	裝置下降距離 (公分)	增加的距離 (公分)
0	0.50	0.00
1	1.50	1.00
2	1.91	1.41
3	2.23	1.73
4	2.50	2.00
5	2.74	2.24



(2) D

由表中的數據可得知 $x - y$ 的函數關係為 $x = y^2$ ，故答案為(D)。

(3) 承上題結果，將 1 公斤重的鐵球，從 12 公尺高度釋放，緩衝裝置會下降幾公分？若裝置的彈簧遵守虎克定律，即裝置下降的距離與受力成正比。請判斷物體從 12 公尺高的地方掉下來，是否相當於 5 公斤重（5 倍）的衝擊力。

(3) 3.96 公分；否

$x = 12$ 公尺時， $y = 3.46$ 公分，因此裝置下降的距離 = $0.5 + 3.46 = 3.96$ (公分)

衝擊力量值 = $1 \times \frac{3.96}{0.5} = 7.92$ (公斤重)，非 1 公斤重的 5 倍。

NOTE

Handwriting practice area with 20 horizontal dashed lines.