

1

科學的態度與方法

- 1-1 科學的態度
- 1-2 科學的方法
- 1-3 物理學簡介



「知識就是力量，科學反映國力」資訊發達快速變遷的時代，講究實力相互合作，但又彼此競爭的環境

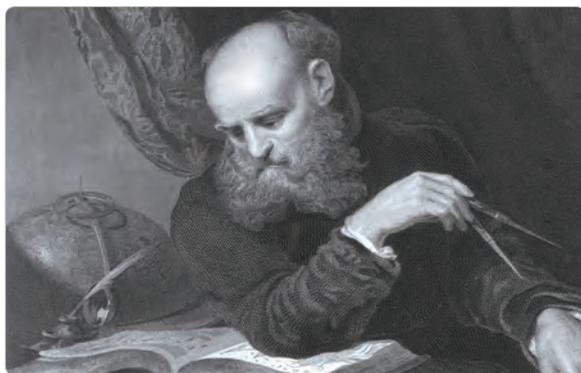


導讀

物理學的發展至今已約二千五百年，它具有其特殊的探討對象，深刻的論述方法，及追求到底、永不放棄、謙遜客觀的科學態度等特質。

1-1 科學的態度

科學的影響遍及全球，一個國家的科學實力也反映著該國的強弱。科學與文學藝術最大的區別，在於它強調「理性」，也就是重視思考。科學家的思想深刻，說明清晰，且所有科學理論必定可以檢驗，只有在通過檢驗後，該理論才可成立而被接受，也就是科學工作者不



▲圖 1-1 畫家筆下的科學家：科學的特質是理性思維，科學家的態度是客觀尊重。

固執己見、不盲從附和及不妄下決斷，一切由可共同依循的客觀實驗，作為最後的判斷標準，在其中沒有權威（圖 1-1）。例如哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473 ~ 1543）經過仔細的分析，提出地球環繞太陽運動的日心說，而不附和千年之久的地心說，並交給後人去檢驗其真實性，即是科學家的優秀典範。

然而科學並非萬能，科學有其範圍與限制。在不是探討物質世界的藝術與宗教之精神領域裡，科學家則是抱持著謙虛、靜默、敬仰與尊重的態度。

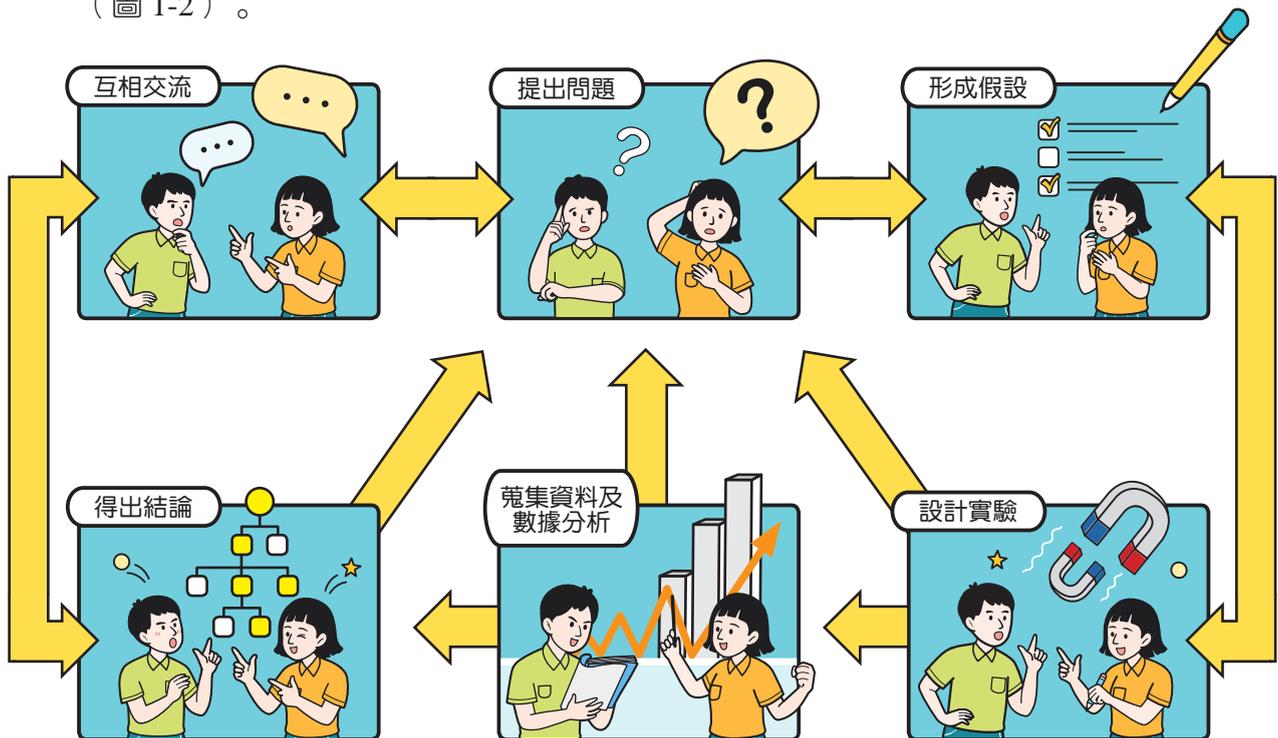
1-2 科學的方法

一 經驗與數學

物理科學基本上來自於兩個泉源：一是經驗知識的確定性，二是數學演繹的清晰性。物理科學是確定的和清晰的，它是從這兩個泉源噴出匯集在一起。

1 將確定但複雜的經驗現象，及其背後所隱藏的結構秩序，轉化成清晰簡單的
 的數學規律來把握與描述，並加以實驗檢視與預測的過程，是物理學主要的探
 究原則。然而物理與數學仍有所區別，數學中的算術與幾何學，可以容易地從
 日常經驗中形成演繹的基礎，但這種好運卻拒不給物理學，物理學處理的感官
 5 經驗所提供的概念，是無限混亂和複雜的概念，發現與研究這些概念需要漫長
 且費力地分析。

從極端混亂的現象中提出關鍵的概念與原理，需靠重大物理學家主觀的判斷
 與猜想，那是一種「創造」，一種充滿智慧的創見。例如牛頓的三大運動定律並
 非由演繹推導得出，而是在前人的基礎上所展現出牛頓獨到的特殊見解或公理。
 10 科學活動除了需要依據科學家們主觀的創見外，在探索過程中，仍有科學家經
 常使用的客觀方法：確認問題、提出假設、實驗分析與驗證、建立理論模型、
 做出預測等，除了可藉此發現新現象外，亦可檢驗最初的創見或假說的合理性
 （圖 1-2）。



▲ 圖 1-2 經常被使用的科學方法之示意圖

二 物理量的單位

物理是一門實驗的科學，而實驗則需要藉著測量獲得一些精確數值，例如長度、質量、時間、溫度、密度等，這些都是可以用數值來表示的物理性質，稱作「物理量」。要能清晰表達物理量，又必須採用共同認可下所制定出的「國際標準單位」。

時間的單位

任何具有週期性的現象，都可作為測量時間的標準。時間的基本單位「秒」，早期為一個平均太陽日的 86 400 分之一。國際科學研究者於 1967 年以銫原子 (^{133}Cs) 放出某一特定頻率光波所對應週期的 9 192 631 770 倍為 1 秒；後來美國國家標準技術局 (NIST) 研製了更理想的原子鐘 (圖 1-3)。圖 1-4 列出以秒為單位所表示出不同現象的時間。



圖 1-3

美國國家標準技術局最新研製出的原子鐘。

10

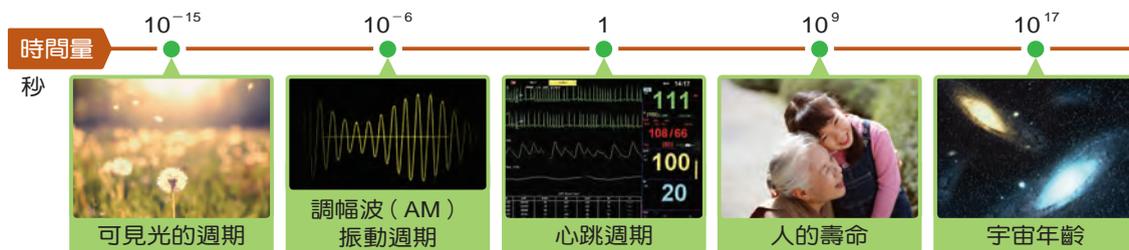


圖 1-4 以秒的數量級所表示出的時間量

長度的單位

長度最初是以通過巴黎的子午線，自北極到赤道長度的千萬分之一為 1 米 (又稱為公尺)。自 1983 年國際間定義：以物理常數光速定義光於 299 792 458 分之一秒間，在真空中行進的距離為 1 公尺，圖 1-5 列出以公尺為單位所表示出不同物理量的長度。

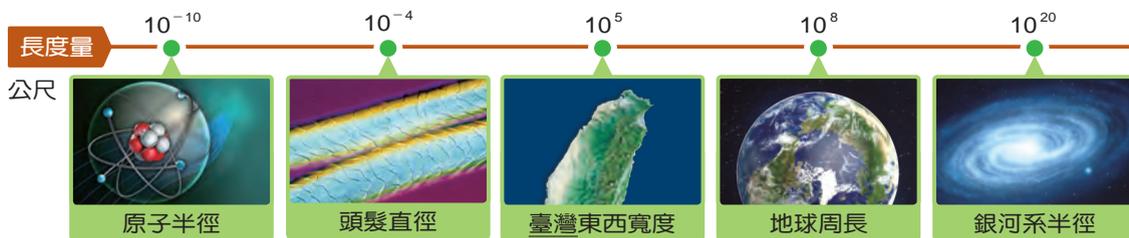
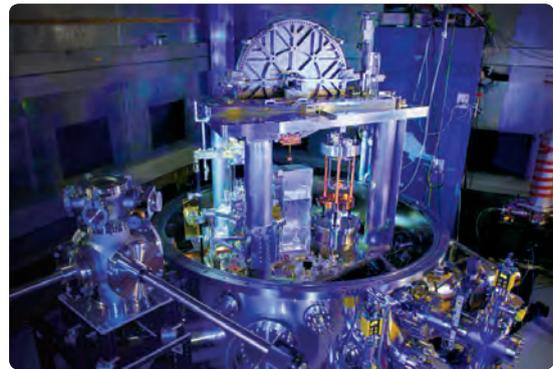


圖 1-5 以公尺的數量級所表示出的長度量

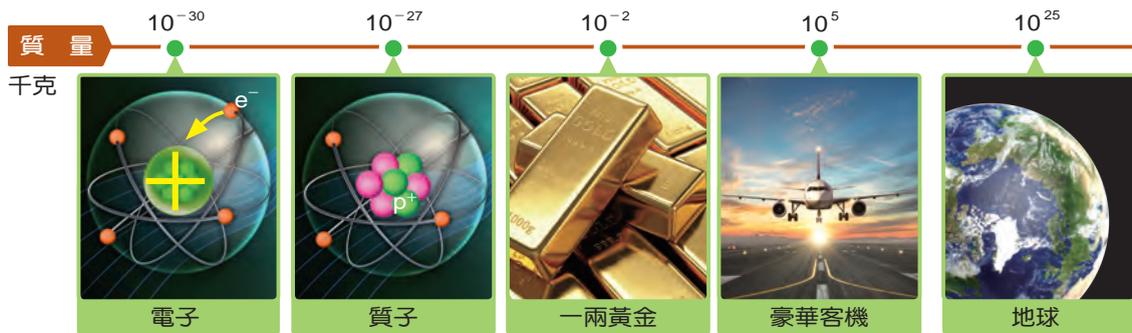
15

1 質量的單位

十八世紀前，西方是以 1 公升的純水質量為 1 千克（又稱公斤）。自 1889 年起，國際認定以存放在巴黎國際度量衡標準局內，一個用鉑銱合金製成的實心圓柱體，作為質量 1 千克的標準原型。2018 年 11 月 16 日在法國凡爾賽宮召開的第 26 屆重量與測量之國際會議，決定於 2019 年 5 月 20 日後全球使用更純粹、更精準的實驗方法定義質量單位。正如時間中的秒與銫原子發出光波的頻率相關，長度中的公尺與光速有關，物理學家們將質量中的千克與量子力學裡的基本物理量——普朗克常數對應結合（圖 1-6），並以特殊天平透過量子力學原理，來測量物體質量。圖 1-7 列出以公斤為單位所表示的物體質量。



▲ 圖 1-6 量子力學中基本物理量——普朗克常數 ($h=6.626\ 070\ 15\times 10^{-34}\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$) 作為質量單位的重要參考量，透過它可用秒與公尺定義出千克。（NIST-4 Kibble 天平）



▲ 圖 1-7 以千克的數量級所表示出的物體質量

國際單位制

為使實驗結果具一貫性及可複製性，制定一個大家可共同遵循的標準單位有其必要性。1971 年國際度量衡大會選定的國際單位制（Système international d'unités），簡稱 SI，作為全球科學工作者普遍採用的依據。目前國際單位制有七個基本物理量，除了時間、長度、質量外，再加上電學的電流、熱力學的溫度、化學的物量及光學的光強度，這些基本量的單位名稱及代號稱為基本單位，如表 1-1 所示。

表 1-1 SI 基本量之單位

基本量	單位名稱	代號 (中文代號)	相關物理常數
時間 (time)	秒 (second)	s (秒)	銻原子輻射波週期
長度 (length)	米或公尺 (meter)	m (米或公尺)	光速
質量 (mass)	千克或公斤 (kilogram)	kg (千克或公斤)	普朗克常數
電流 (electric current)	安培 (ampere)	A (安培)	基本電荷
熱力學溫度 (thermodynamic temperature)	克耳文 (kelvin)	K (克耳文)	波茲曼常數
物量 (amount of substance)	莫耳 (mole)	mol (莫耳)	亞佛加厥常數
光強度 (luminous intensity)	燭光 (candela)	cd (燭光)	發光效能

其他由基本量組合而成的物理量稱為導出量，其單位可由七個基本單位組合表示，稱為導出單位（圖 1-8）。如電量的單位是庫侖，可表示為安培·秒或 $A \cdot s$ ；力的單位是牛頓，可表示為 $kg \cdot m/s^2$ 或 $kg \cdot m/s^2$ ；功的單位是焦耳，可表示為 $kg \cdot m^2/s^2$ 或 $kg \cdot m^2/s^2$ 。

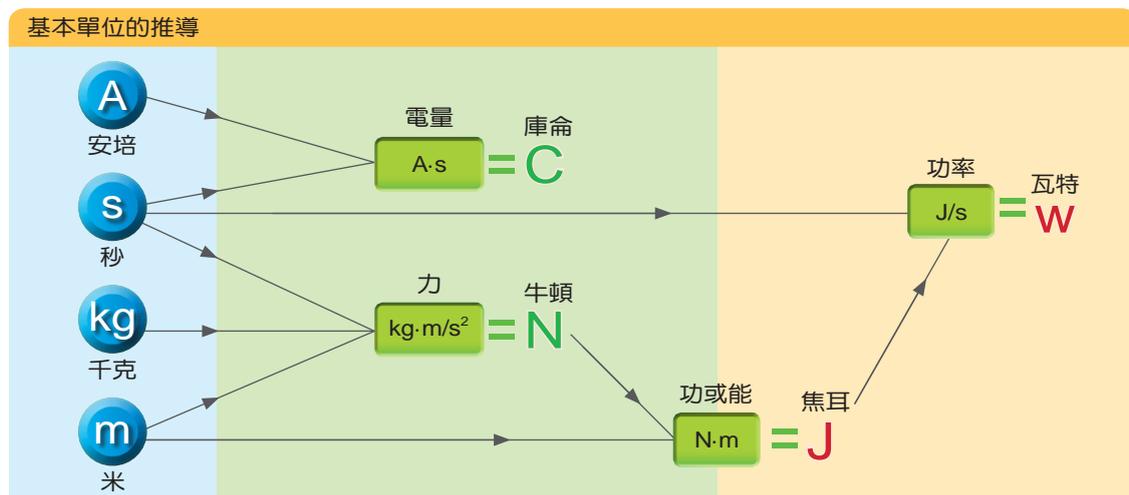


圖 1-8 導出量與導出單位的實例

1 物理基本量單位的定義，可能隨科學發展而與時俱「修（改）」，經過一段時間重新定義，俾能提升精密測量的技術水準。

為了更適切表達各種不同的尺度，我們可在 SI 單位前加上一個前綴詞代號，代表不同的倍數與分數。這些常用的前綴詞（表 1-2），例如： $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{s}$ ，
5 $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ ， $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$ 。

✔ 表 1-2 SI 之常用的前綴詞

前綴詞（英文）	倍數與分數代號	10 的冪次
兆（tera）	T	10^{12}
吉（giga）	G	10^9
百萬（mega）	M	10^6
千（kilo）	k	10^3
厘（centi）	c	10^{-2}
毫（milli）	m	10^{-3}
微（micro）	μ	10^{-6}
奈（nano）	n	10^{-9}
皮（pico）	p	10^{-12}
飛（femto）	f	10^{-15}

素養題

範例 1-1

在討論國際單位制（SI）時，小哲說：「SI有五個基本量」，小灣說：「電學上的基本量是電量」，美美說：「電量單位庫侖可表示為安培·秒」，志明說：「導出量功可由基本量牛頓·米來表示」。請問這四位同學何者正確？

(A)小哲 (B)小灣 (C)美美 (D)志明 (E)全部正確。

【相關練習：習題 1、2】

● **概念** SI 的基本量：時間、長度、質量、電流、熱力學溫度、物量、光強度。

● **解析** (C)

小哲：錯誤，目前應有七個基本量。

小灣：錯誤，電學上的基本量是電流，電量是導出量。

美美：正確，電量單位庫侖＝安培×秒或 $C=A \cdot s$ 。

志明：錯誤，功的單位雖然是牛頓·米，但牛頓不是 SI 中的基本單位。

1-3 物理學簡介

一 物理學的探究方向與涵蓋範疇

物理學是自然科學中非常重要的一環，也是一切應用科學（如工程、醫學）的基礎。相對於研究生命現象的生物學，和研究元素及化合物之間的合成與分解過程的化學，物理學所要探討的對象主要是物質世界中的各種自然現象。

認識物質的結構與了解宇宙的變化，是物理學探討的基本方向。整個自然現象，大至天文宇宙，小至原子內部，都是它所需探討的範圍。由於探討對象的不同，物理學大致可分成古典物理領域的四個範疇及近代物理領域（圖 1-9）。



▲ 圖 1-9 物理學領域

1 物理學的演進

物理學的起源

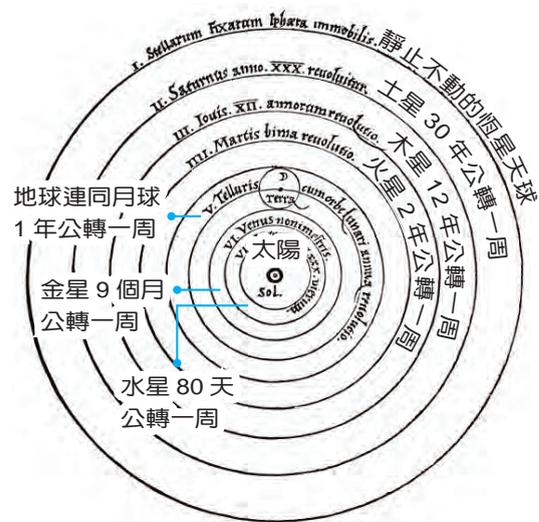
西元前六世紀左右，當泰利斯（Thales，約 624 BC ~ 546 BC）首開先例說：

「水是萬物之本」

認為自然世界可藉著概念與論證來理解，這是人類開始脫離神話文明，進入科學的關鍵時期。泰利斯所開創的古希臘自然哲學，被史學家視為物理學的思想起源。很明顯地，它的發生不是為了任何實用目的，也與工程應用無關。

天文學的啟發

希臘滅亡後，西方在北方蠻族統治下長達近千年之久。直到十五世紀起受到文藝復興的薰陶及影響，逐漸強調並追求理想世界中的和諧與美。此時，天文學家哥白尼質疑前人以地球為宇宙中心的觀點，認為該理論雖然與行星逆行的觀察符合，但其中放入了太多人為的五十個以上各種不同大小的圓形外加物，而喪失了均勻性、簡單性與完美性。於 1543 年提出了更為和諧、更具對



▲ 圖 1-10 哥白尼的太陽中心體系

稱，以太陽為宇宙中心的行星理論（圖 1-10）。哥白尼認為：

「整個宇宙背後可由數來反映呈現。凡數學上為真的，在真實世界與天文學上，亦必為真。」

以數學的完美與簡潔性，做為天文學的基礎與依據，改變了西方長久以來的思考模式，並造就了科學革命。這讓人們開始生活在全然不同的思考世界裡，此種轉變造就了科學革命。

科學革命

在哥白尼提出日心說之後約七十多年，伽利略（Galileo Galilei，1564～1642）首先接受與使用了哥白尼所提倡的數學觀，開始來探討地表上的物體運動。並於1638年主張落體或斜面物體的運動速率，必定是最簡單的數學關係來呈現，也就是速率與時間成正比。後來他還設計出精緻的斜面實驗（圖1-11），結果顯示球體下滑的距離確實與歷經時間的平方成正比，而這正是速率與時間成正比必然的推論結果，因此完全支持了他大膽的假設。伽利略此種認為自然現象背後隱藏著簡單的數學關係之觀點，開啟了物理學的全新面貌。他對如何認識大自然，做了以下的提示：

「自然寫在宇宙這本大書上，而這本是用數學語言寫成的。」

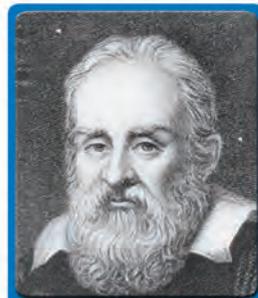
機械論

另一方面，同時期身為哲學家與數學家的笛卡兒（René Descartes，1596～1650）接著認為物質世界的探討，應該從最沒有疑義、最無法駁斥的基本事實出發，那就是：



▲圖 1-11 收藏於伽利略博物館的帶鈴斜面

▼圖 1-12 古典物理重要人物示意圖



數學觀



機械論



古典物理

西元前 6 世紀



古希臘 泰利斯

1630



義大利 伽利略

1648



法國 笛卡兒

1687



英國 牛頓

1. 任何物質均是由占有空間的質點所組成。
2. 自然現象應儘量只由質點的位置變化——運動——來描述。

他嘗試僅利用此兩概念：質點與運動，精巧地詮釋了許多自然現象，包括磁鐵的排斥與吸引、光的反射與折射。這種僅使用質點與運動兩個概念，來探討物質世界的方法，稱為**機械論**（Mechanism）。

古典力學的奠定

從十七世紀起，物理學就是利用此兩種方法：

伽利略

數學觀

笛卡兒

機械論

開啟了全新的領域。然而此兩種方法彼此並不容易協調搭配，整合在一起。大約五十年後牛頓（Sir Issac Newton，1643 ~ 1727）在他的巨著自然哲學的數學原理中提出了兩個重大突破：

運動定律

萬有引力定律

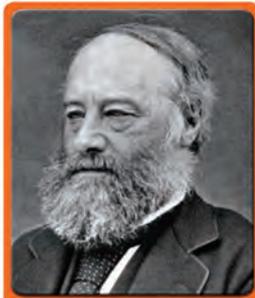
其中萬有引力定律是利用向心力此一創見推導而出，他完美地統合了數學方法與機械論，說明月亮繞地球運轉與蘋果落地，均出自同一原因，受到同一作用力——稱之為「萬有引力」，而將天體與地表運動圓滿地結合在一起。牛頓這種劃時代的貢獻，讓物理學的成就達到了顛峰，被認為是古典物理史上最偉大的科學家（圖 1-12）。



磁可生電

1831

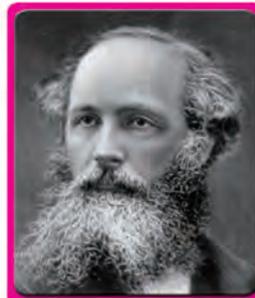
英國 法拉第



熱是一種能量

1840

英國 焦耳



電、磁與光的統一

1864

英國 馬克士威

電與磁的統合

摩擦生電與磁石吸鐵的現象，雖然在西元前五世紀與中世紀時就已被發現，但直到 1800 年發明出電池，藉它可提供穩定的電流後，電學才開始迅速發展。隨即於 1820 年厄斯特（Hans Ørsted，1777 ~ 1851）在其實驗室中偶然發現：通過電流的導線可影響附近的磁針（圖 1-13(A)），並由安培（André-Marie Ampère，1775 ~ 1836）決定出電流所生磁場的方向，才讓電與磁的關係首次被連繫起來。

法拉第（Michael Faraday，1791 ~ 1867）在厄斯特發現電流可生磁場現象後，提出了反向的探討：磁場可否產生電場？1831 年他設計出實驗，證實的確可以，但必須是磁場隨時間而變化才行。他們兩人的實驗可將過去被認為彼此分開的電與磁之現象，統合連繫在一起，呈現出電與磁其實是來自於同一個電磁概念的不同表現。

馬克士威（James Maxwell，1831 ~ 1879）將法拉第與前人有關電與磁的實驗結果轉換成數學，寫出了極為重要的電場與磁場之關係方程式，預測了電磁波的存在，且認為光即為一種電磁波，而將電、磁和光統合了起來（圖 1-13(B)）。

▼ 圖 1-13 物理學的發展分為
古典物理、近代物理



1 能量守恆

在電磁學蓬勃發展的同一時期，焦耳（James Joule，1818 ~ 1889）與麥爾（Julius Meyer，1814 ~ 1878）相繼證實，熱不是一種物質，而是一種可以使分子運動狀態改變的物理量，功與熱可以相互轉換，熱因此可視為是一種能量。熱與動能、位能相當，而統稱為**能量**（energy）。能量也成為奠定物理學基石最基礎的概念。在二十世紀前古典物理學中的所有領域，就在能量這個概念下，彼此緊密地統合在一起。

近代物理

1900 年前，物理的理論體系看似已相當完整之際，實驗測得的黑體輻射光譜強度對波長之關係，與理論計算無法完全符合。

1900 年 12 月 14 日普朗克（Max Planck，1858 ~ 1947）提出了全然嶄新的觀念——電磁能量只能以不連續的分離或量化之形式輻射出去，成功解決黑體輻射的問題，後人也稱以此概念為基礎的理論為**量子論**（quantum theory）（圖 1-13(C)）。

1905 年愛因斯坦（Albert Einstein，1879 ~ 1955）提出了**相對論**（Theory of relativity）在運動速度很快與重力很強的情況下，對古典力學不足處，做了精確的修正。這兩者構成了今天所說的近代物理（圖 1-13(D)）。它們不但讓人們得以研究探索物質起源的宇宙論，在實用上也開啟了尖端科技的無線通訊世代。

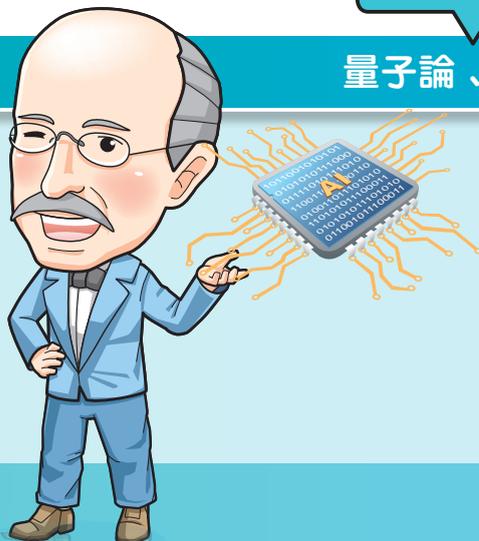
現代物理

1900 年

量子論、相對論

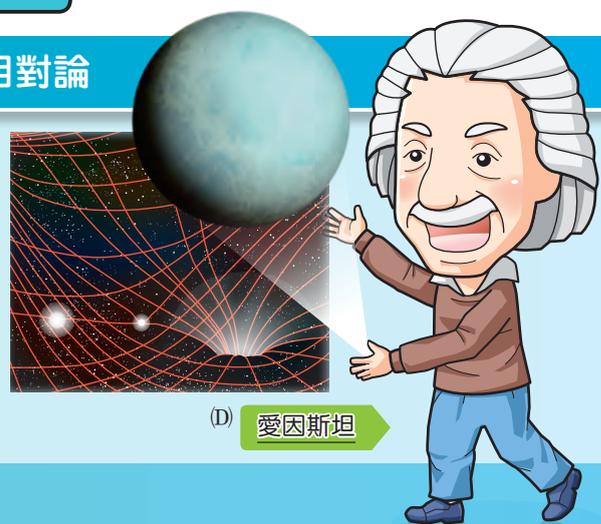
(C)

普朗克



(D)

愛因斯坦



≡ 跨學科的探究與挑戰

時至今日，各種科學領域皆快速發展，超乎人們預期，所產生龐大的知識體系與所開創發展出的新穎技術，已經不是少數菁英就可掌握與完成的。例如，與每人息息相關的醫學診斷及治療所用的先進器材：內視鏡、超音波掃描儀、電腦斷層、磁振造影（圖 1-14）等，雖然基本上是根據物理學原理，但卻需要結合醫學、電子、材料、機械等各種專業知識，而非由任何單一學科專家就可完成製造出來。大家常用的智慧型手機、平板電腦，都是透過基本的半導體元件，發展成電晶體、積體電路（integrated circuit，簡稱 IC），以及發光二極體（light emitting diode，簡稱 LED）顯示器等，這些也都需要跨學科的通力合作才能達成。

科技的飛躍進步，讓世人對未來更充滿著夢想與期待。若要有更突破性的創新，必然需要整合各種專業知識，所面對的問題，亦將愈加複雜困難。沒有任何專家可以自認所學已足夠，所有專業實應擴大胸襟、虛心學習、重視團隊合作，藉著相互交流，接受各種跨學科的挑戰，突破單一學科的局限，為增進共同的福祉，而努力不懈。



▲ 圖 1-14 磁振造影的發展與製造是由跨學科的通力合作所完成



▲ 重要概念

- **科學態度**：科學重視思考，實驗結果為科學理論的最終判斷標準，沒有權威。
- **科學方法**：將確定但複雜的經驗現象轉化成清晰簡單的數學結構，是物理學主要的探討方法。
- **物理學的誕生**：西元前六世紀泰利斯認為自然世界，可藉著概念與論證來理解，是物理學的起源。
- **天文學的啟發**：哥白尼以數學的完美與簡單性，作為天文學的基礎與依據，改變了西方一千多年來對自然的描述方式與思考方法，造成了科學革命。
- **科學革命的數學觀**：伽利略以落體運動應遵循最簡單的數學關係，做為認識大自然的方法。
- **機械論**：十七世紀笛卡兒主張，僅由占有空間的質點與其運動的概念可完全描述自然現象。
- **古典物理的奠定**：牛頓統合了數學方法與機械論，提出運動定律與萬有引力定律，讓物理學成就達到了顛峰，是古典物理學的集大成者。
- **能量的轉換**：焦耳透過實驗，認為功與熱可以相互轉換，熱因此可視為是一種能量。自然界中不同形態的能量，可以互相轉換是一項普遍的現象，能量也成為奠定物理學基石最基本的概念之一。
- **電磁與光的統一**：馬克士威使用數學方法，預測了電磁波的存在，且認為光即為一種電磁波，而將電、磁和光統合了起來。
- **時間單位**：鉍原子放出特定頻率光波所對應週期的 9 192 631 770 倍為 1 秒。
- **長度單位**：光於 $\frac{1}{299\,792\,458}$ 秒間，在真空中所行進的距離為 1 米。
- **質量單位**：2019 年 5 月 20 日之後，全球使用普朗克常數 $h=6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ kg·m²/s 來定義質量單位千克。
- **國際單位系統**：國際單位制（簡稱 SI），含有七個基本單位。長度（米）、質量（千克）、時間（秒）、電流（安培）、熱力學溫度（克耳文）、物量（莫耳）、光強度（燭光）。



迷思概念辨析

哥白尼的日心說意義

✘ 錯誤觀念

由哥白尼提出的日心說，改變了當時的宗教觀點，讓人們開始重視科學。



○ 正確觀念

哥白尼的日心說，揭示簡單和諧的數學結構，才能呈現出真實的天文現象，它與宗教觀點無關。

伽利略的斜塔實驗

✘ 錯誤觀念

伽利略重要的比薩斜塔之落體實驗，證實他是實驗科學之父。



○ 正確觀念

伽利略僅做過斜面實驗，至今找不到他做過比薩斜塔實驗的任何證據。

數學、物理與自然科學

✘ 錯誤觀念

數學是自然科學之母。



○ 正確觀念

數學是一門抽象科學，最初並不觸及與感官經驗有關的自然現象。而天文學與物理學是發展最早與自然現象密切相關的科學。



習題 Exercises

1-1 科學的態度 ~ 1-2 科學的方法

- 物理量完整的紀錄應包含數字與單位。目前國際單位採用七個基本量，並制定相對應的基本單位。下列何者為國際單位制 (SI) 的基本單位？
(A) 秒 (B) 奈米 (C) 焦耳 (D) 牛頓 (E) 瓦特
- 由七個基本量可表示其他的物理量，稱為導出量。下列何者為 SI 的導出單位？
(A) 米 (公尺) (B) 燭光 (C) 莫耳 (D) 安培 (E) 庫侖
- 由現代媒體報導或專業人溝通時，常出現「5G 手機」的名詞，這裡的「5G」是指「第五代」。然而若提到某種波的頻率為「5 GHz」指的是 5G 赫茲，此時的「G」是常用的前綴詞，英文為「giga」，也就是下列何者？
(A) 10^{-6} (B) 10^{-9} (C) 10^6 (D) 10^9 (E) 10^{12}
- 由生活中隨時在用力，力學是物理學重要的領域。下列何者是力學上的三個基本量？
(A) 質量、速度、力量
(B) 長度、質量、時間
(C) 時間、能量、力量
(D) 質量、時間、速度
(E) 力量、動能、功率
- 「揭密黑洞」是 2020 年諾貝爾物理學獎的得獎主題，「以數學證明黑洞是愛因斯坦廣義相對論預測的結果」是高齡九十歲的彭羅斯 (Roger Penrose) 的貢獻，「銀河系中心存在看不見的超大質量黑洞」則是根策爾 (Reinhard Genzel) 和吉茲 (Andrea Ghez) 的發現。

諾貝爾物理學獎委員會表示：「揭密黑洞為超大緻密天體的研究開創新局，但這些奇異的天體仍存在許多不可知的問題，都留待未來研究者解答。」

吉茲是歷年來諾貝爾物理學獎得主第四位女性，她受訪時表示，希望自己得獎能激勵其他女性科學家，「你是如何發現銀河系有看不見的超大質量物體？」吉茲認為：「首先要懂得懷疑，持續質疑你所看到的東西。」

根據上述短文，試回答下列問題：

- (1) 吉茲受訪時表示「要懂得懷疑，持續質疑看到的現象。」科學家這一段話闡述若無充分的證據，應謹慎求證再發表。以上敘述最符合下列何者？
- (A) 尊重宗教的傳統觀點 (B) 服從權威的科學思維
(C) 妄下決斷的科學方法 (D) 主觀判斷的科學精神
(E) 實事求是的科學態度
- (2) 「以數學證明黑洞是愛因斯坦廣義相對論預測的結果」說明彭羅斯探究黑洞的歷程，結合數學運算與觀測數據後，修正理論，證實黑洞確實存在。以上敘述最符合下列何者？
- (A) 人云亦云的無私觀點 (B) 服從權威的科學思維
(C) 數學論證的科學方法 (D) 眼見為真的科學精神
(E) 主觀判斷的科學態度
- (3) 「揭密黑洞為超大緻密天體的研究開創新局，但這些奇異的天體仍存在許多不可知的問題，留待未來研究者解答。」以上這一段話的意義很貼近下列哪些敘述？（應選 2 項）
- (A) 要了解宇宙，需要鍥而不捨地辛勤研究
(B) 宇宙浩瀚無垠，注定人無法勝天，無須耗用經費
(C) 面對不可預知的天體，再精密的科學儀器，終究無法突破
(D) 主術業有專攻，人類所知非常有限，研究者須謙卑面對許多不知的天體，持續耕耘

(E)聞道有先後，面對奇異的天體，研究者應堅持定見，主觀判斷，才能突破研究困境，獲得諾貝爾獎

- (4) 短文中提及吉茲是歷年來諾貝爾物理獎得主第四位女性，她希望自己得獎能激勵其他女性科學家。請上網查詢諾貝爾物理獎首位女性得主是誰？她畢生研究的主題為何？對人類有何貢獻？（請以 200 字以內說明）

1-3 物理學簡介

6. 科學的進步端賴研究者投入，科學家的創新性貢獻往往能改善人類的生活，造福大眾。下表列出各科學家與其在物理學上主要貢獻甲至戊，何者對應正確？

甲：提出功與熱可以相互轉換，熱可視為一種能量。

乙：以量子論解釋黑體輻射的問題，開啟量子學說的大門。

丙：提出相對論，闡述不論光源運動與否，對所有觀察者而言，光速皆恆定。

丁：發現造成月亮繞地球運行與造成地球上自由落體的作用力，是同一來源。

戊：結合電與磁理論而寫成關係方程式，預測電磁波存在，認為光就是一種電磁波。

物理學家 選項	<u>焦耳</u>	<u>普朗克</u>	<u>愛因斯坦</u>	<u>牛頓</u>	<u>馬克士威</u>
(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



素養混合題 Literacy

7. 國際度量衡大會考量科學的實驗結果應具有一貫性和可複製性，故制定一標準的參考單位，作為全球科學工作者採用的依據，國際單位制（SI）因此應運而生。SI 有七個基本物理量，例如質量；由基本量組合而成的物理量稱為「導出（物理）量」，例如加速度。2019 年 5 月 20 日國際度量衡大會正式施行重新定義後的 SI 基本單位。為追求長期穩定的標準，重新定義 SI 是以基本常數取代過去的物品，例如質量是以普朗克常數、電流是以電子電量、溫度是以波茲曼常數重新定義。請依據上述內容，試回答下列問題：

(1) 下列何者是「電荷（量）」的 SI 單位？

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

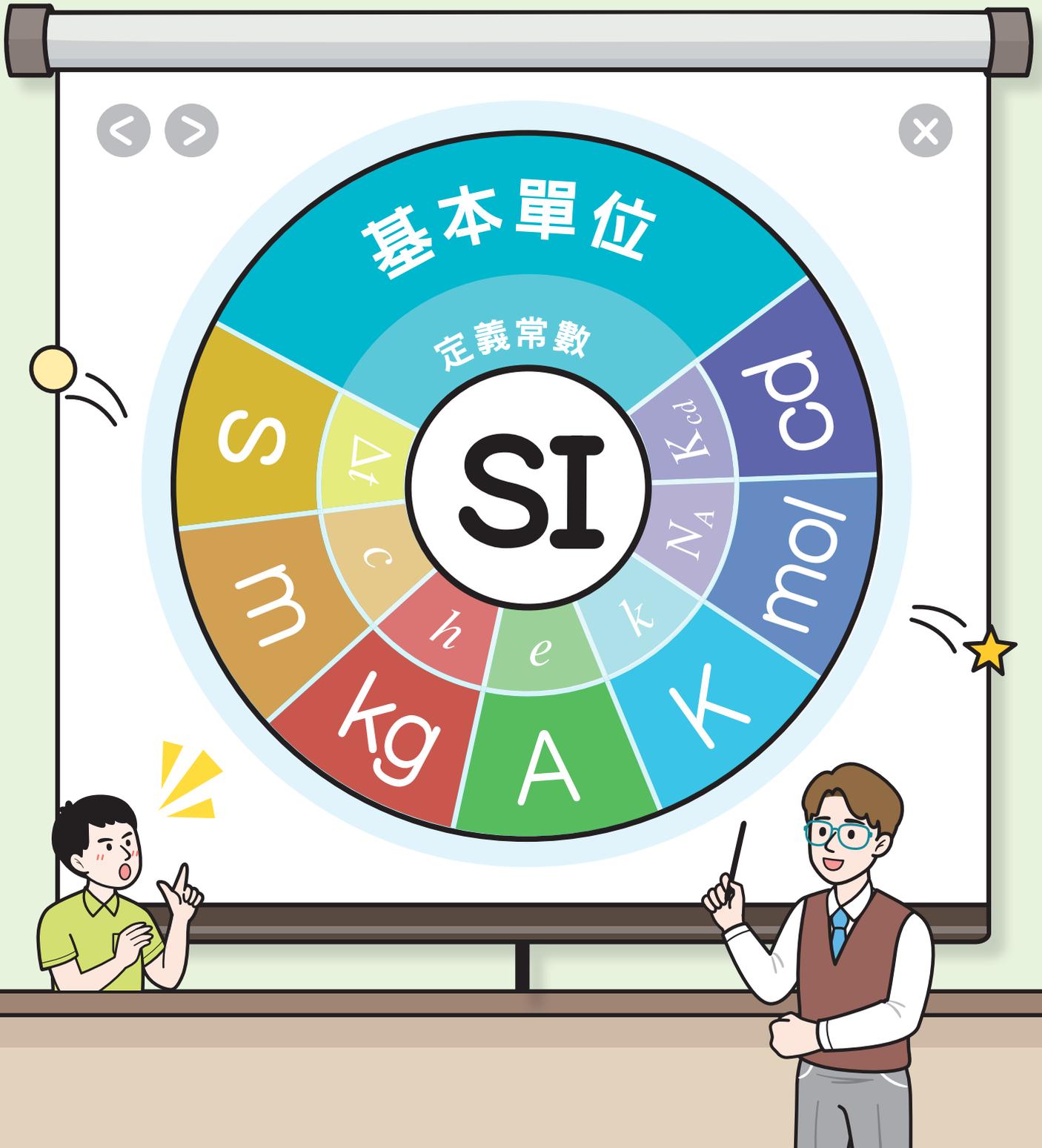
(2) 下列的物理量，哪些是導出量？（應選 2 項）

- (A) 功率 (B) 速度 (C) 電流 (D) 質量 (E) 溫度

(3) 已知普朗克常數 h 的單位為 $\text{J}\cdot\text{s}$ ，可寫成 $[h]=\text{J}\cdot\text{s}$ ，以普朗克常數重新定義 kg ， kg 的表達形式可寫成 $\text{kg} = \underline{\hspace{2cm}}$ （以 $[h]$ 表示之）。你的推論理由為何？

請說明：







The Origins, Methods and Goals of Science

科學起源、方法及目的

科學自古以來都不是為了解決物質的實用需求而發生的，兩千多年前西方是為了要建立深刻的思考與追求最高的智慧，而開啟了科學。

從複雜的現象中，靠著重要物理學家漫長而費力的心智創見，提出關鍵的概念，藉著它把自然背後所隱藏的結構秩序，轉化成清晰的數學原理為物理學的基本方法。

科學家研究自然中得到了樂趣，而他們得到樂趣是因為感受到各部分和諧有秩序的美，且此種美只有藉純粹理智才能夠領悟它。

每一個科學研究者都可以用自己的方式，將所研究的對象和諧地組織起來，在它有序一致的創作過程中，得到美的滋潤和安慰。

天文學的真正目的不是為了使我們享受日常的舒適生活，而是為了提高對那些僅憑知識就可以理解事物的思考能力。

柏拉圖

智慧就是有關原理與原因的科學。

亞里斯多德



我可以用語言和事實來向您說明我對柏拉圖觀點的看法，承認數學研究的必要性……使您更容易理解我獲得知識的觀點。

在伽利略之前沒有任何人如此有意識、有恆心地將嚴謹的數學秩序注入世界。人只有通過艱苦的努力，方能理解、領悟其中的秩序。他有耐心地朝著一重大目標努力：物理學的數學化。

