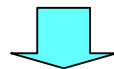


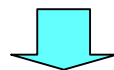
# 導論(Introduction)

## 本章探究的主要問題架構

什麼是物理？



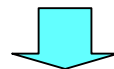
探究對象？



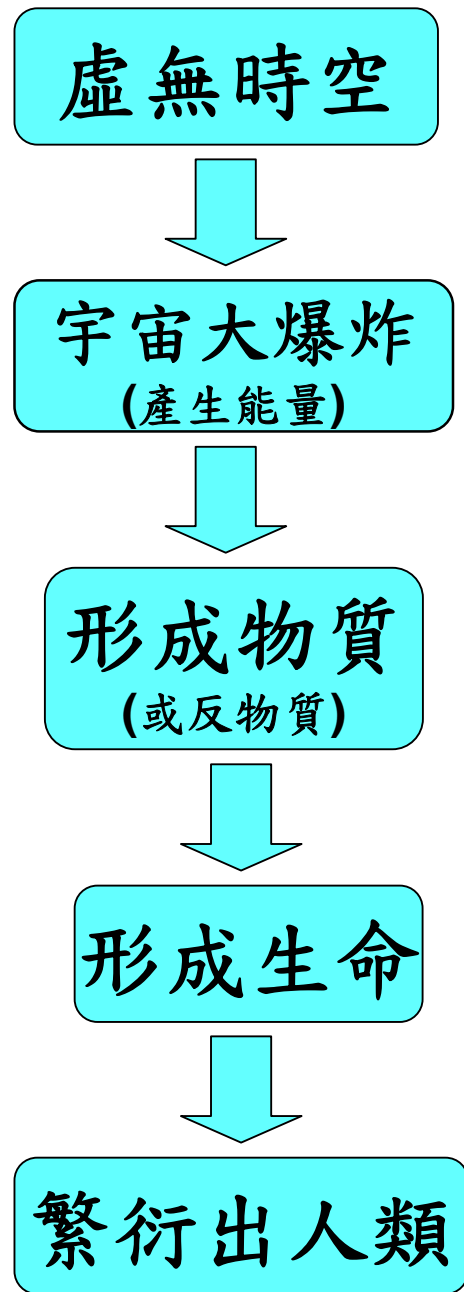
探究方式？

形成觀念

物理量？



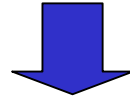
發展現況？



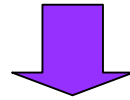
※說明：

1. 68.3%的暗能量、26.8%的暗物質及4.9%的一般物質。
2. 物質為人類的祖先，物質許多特性與人類習性(即人文特性)相當接近。
3. 物質與人文可完全分割或畫清界線嗎??

自然科學



物理(Physics)



•探討物質組成(composition)與行為(behavior)

➤Example:

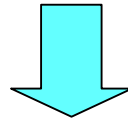
1.物質組成： 原子  $\rightarrow$  原子核+電子  $\rightarrow$  質子+中子+電子

$\rightarrow$  夸克(Quarks)+輕子(Leptons)<基本粒子>

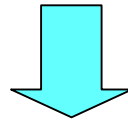
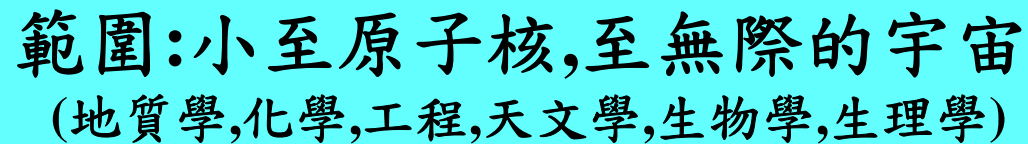
2.物質行為： 運動學  $\rightarrow$  力學(古典力學+統計熱力學+電動力學+量子力學)

$\rightarrow$  自然界的各種力可歸納成重力, 電磁力, 強作用力(核力)與弱作用力(衰變力)等四種基本交互作用力。

真實事物本質(physical reality)  
(儀器可探測的)



範圍:小至原子核,至無際的宇宙  
(地質學,化學,工程,天文學,生物學,生理學)



物理學家的目標(Goals)



✦使用最單純、最精簡的說法解釋物理現象✦

# 古典物理學(Classical physics)

1600~1900

## 古典力學

### Classical mechanics

研究固體(單一質點→多質點剛體)  
與流體運動的特性

- 運動學 (Kinematic)
  - 平移, 轉動, 振動
- 動力學 (Dynamic)、靜力學
  - 牛頓運動定律, 萬有引力定律, 功能原理, 轉動力學, 應力, 流力, 簡諧振盪, 波動

## 熱力學

### Thermodynamics

探討溫度, 熱傳遞, 多粒子集結特性

- 熱力學定律
- 氣體分子動力論
- 熱功當量
- 比熱

## 電磁學

### Electromagnetic

靜電學, 磁學, 電磁感應  
電磁波, 光學

- 靜電學—靜電力, 電場, 電位, 電容
- 磁學—磁力, 磁場, 電感
- 電磁感應—法拉第與楞次定律
- 電磁波—馬克斯威爾方程式
- 光學—幾何光學, 波動光學

# 近代物理學(Modern physics)

1905~

狹義相對論  
Special Relativity

考慮慣性座標系與  
光速為最大

探討高速粒子的運動  
行為理論，徹底改變  
時空與能量的觀念

量子力學  
Quantum Mechanics

考慮量化能量與  
粒子-波動雙重性

探討原子的次微觀  
世界理論(包括普朗克  
量子理論, 光電效應, 波耳  
原子模型)

廣義相對論  
General Relativity

考慮加速座標系

探討重力與空間幾  
何性質關係的理論

# 物理學探究的方式

- 觀念(Concepts)

- 分析自然現象的「觀念」或「物理量」。

- 定律(Laws)

- 建構物理量間的數學關係。

- 原理(Principles)

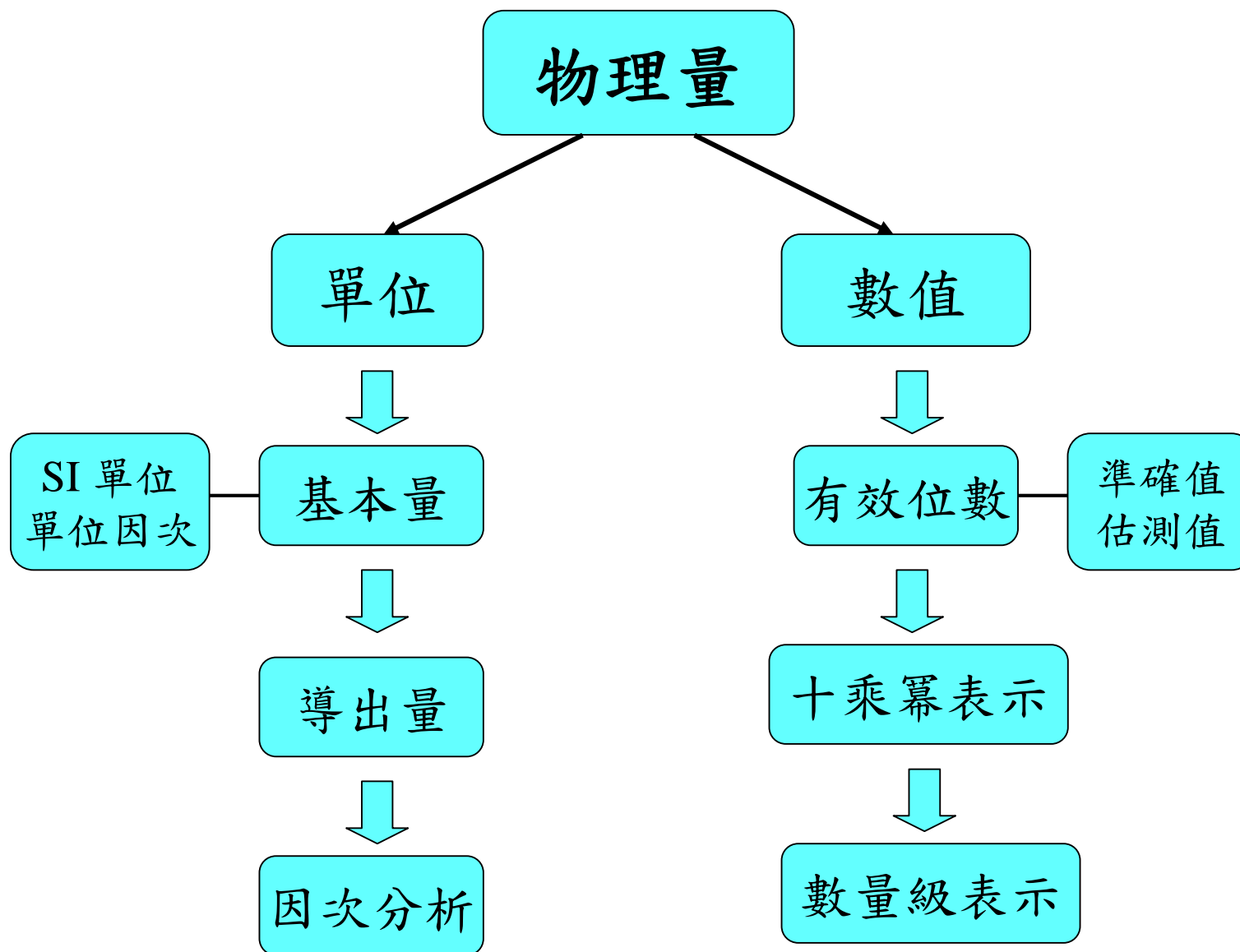
- 比「定律」更廣義的陳述。

- 模型(Models)

- 可擬合某些物理系統，如：波耳(Bohr)的氫原子模型。

- 理論(Theories)

- 結合原理、模型、基本假設推演的特定結論，如：  
牛頓的重力理論或愛因斯坦的相對論。





# SI (System International) UNIT (國際單位制)

一般代號      國際單位制(SI)

質量(Mass)  $m$  — kg (因次符號為 M)

1升(l)水的質量 (4°C)  $\Rightarrow$  鉑銥合金圓柱體  $\Rightarrow C_{12} = 12u$

$$(1u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg})$$

時間(time)  $t$  — s (因次符號為 T)

一平均太陽日/86400  $\Rightarrow 1\text{s} = 9,162,631,700$ 次振盪(Cs-133)

長度(Length)  $\ell$  — m (因次符號為 L)

赤道至北極間距離之千萬分之一  $\Rightarrow$  Kr-86輻射波長 $\times$   
1,650,763.73  $\Rightarrow$  光在1/299,792,458s所走的距離

Note: M.K.S. 表 m(米).kg(公斤).s(秒)

C.G.S. 表 cm(公分).g(公克).s(秒)

溫度(Temperature)  $T$  — K (因次符號為  $\Theta$ )

凱氏(Kelvin)溫度(即絕對溫度) → 水三相點(triple pt.)  
的溫度/273.16。

電流(electric current)  $I$  — A (因次符號為 I)

安培(Ampere) → 1C(庫倫)=1A.s

光照強度(luminous intensity)  $I_v$  — cd (因次符號為 J)

燭光(candela)

物質的數量(the amount of substance)  $n$  — mol (因次符號為 N)

一物質具有0.012kg  $C_{12}$  的質量所包含的粒子數 → 1mole=  
 $6.02 \times 10^{23}$  粒子數

# 十乘冪符號與有效數字

## (Power of ten notation and significant figures)

➤ 非常大或非常小的數值可用十乘冪符號表示，如原子大小  
 $= 2 \times 10^{-10} m$ 。

➤ 有效數字判定原則：

1. 十乘冪位數不記入，但末位數為零需計入，可視為不準度(uncertainty)。
2. 不同有效位數的數值進行乘除運算時，取最小有效位數值。
3. 不同有效位數的數值進行加減運算時，取小數點以下最小有效位數值。

Example 1:

12,000.0 有六位有效數字，0.002560有四位有效數字

12,000 則不確定，可用十乘冪符號表示來確定：

$1.2 \times 10^4$  有兩位有效數字， $1.200 \times 10^4$  有四位有效數字。

Example 2

$$\frac{36.479 \times 2.6}{14.85} = (6.387) = 6.4 \quad \text{or} \quad \frac{36.479 \times 2.6}{4.95} = (19.161) = 19$$
$$= 1.9 \times 10$$

$$17.524 + 2.4 - 3.56 = (16.364) = 16.4$$

# 數量級

## Order of magnitude

➤ 數值僅取一位有效數字。

百	(hector-)	h	$10^2$	釐	(centi-)	c	$10^{-2}$
仟	(kilo-)	k	$10^3$	豪	(milli-)	m	$10^{-3}$
百萬	(mega-)	M	$10^6$	微	(micro-)	$\mu$	$10^{-6}$
十億	(giga-)	G	$10^9$	毫微	(nano-)	n	$10^{-9}$
兆	(tera-)	T	$10^{12}$	微微	(pico-)	p	$10^{-12}$
仟兆	(peta)	P	$10^{15}$	毫微微	(femto-)	f	$10^{-15}$

## 因次分析(Dimensional analysis)

➤ 每個力學導出單位皆可簡化為質量(M)、長度(L)、時間(T)等三種基本單位的因數(Factor)，這些因數略去單位系統(SI公制或英制)，就稱為因次(dimensions)。

優點

1. 可檢查代數關係式的因次是否相符。
2. 可用於推求函數關係式。

如：面積  $【A】 = L^2$ ，速率  $【v】 = LT^{-1}$ ，力  $【F】 = MLT^{-2}$

Exercise 3:

If P and Q have different dimension, which of the following operation are possible : (a)  $P+Q$ ; (b)  $PQ$ ; (c)  $P - \sqrt{Q}$ ; (d)  $1-P/Q$ ?      Ans: (b),(c)

Example 1.2: The period  $p$  of a simple pendulum is the time for one complete swing. How does  $p$  depend on the mass  $m$  of the bob, the length  $l$  of the string, and the acceleration due to gravity  $g$ ?

$$P = km^x \ell^y g^z \quad (\text{其中 } g = LT^{-2})$$

$$\Rightarrow T = M^x L^y L^z T^{-2z} = M^x L^{y+z} T^{-2z}$$

$$\Rightarrow T : 1 = -2z; \quad M : 0 = x; \quad L : 0 = y + z$$

$$\Rightarrow x = 0, \quad z = -\frac{1}{2}, \quad y = \frac{1}{2}$$

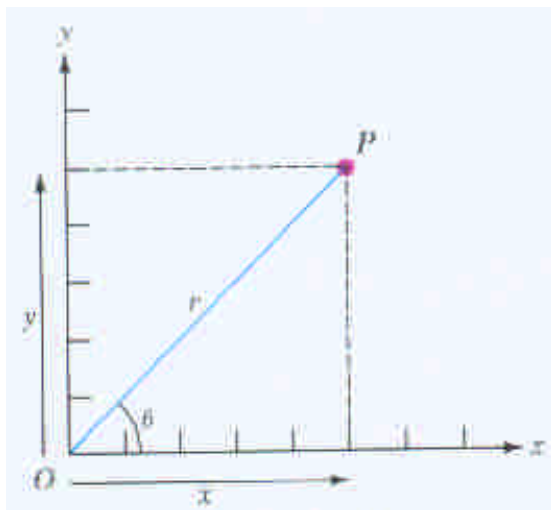
$$\Rightarrow P = k \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

# 參考系與座標系

(Reference frame and Coordinate system)

- 物體位置相對於參考系才有意義，其中參考系是實際存在的另一參考物質(或可視為觀察者本身)，而位置係依據此參考系所建立的座標系來標示。
- 座標系有兩種：1.笛卡兒座標系(Cartesian coordinates)，亦即直角座標系。

2.平面極座標系(plane polar coordinates)。



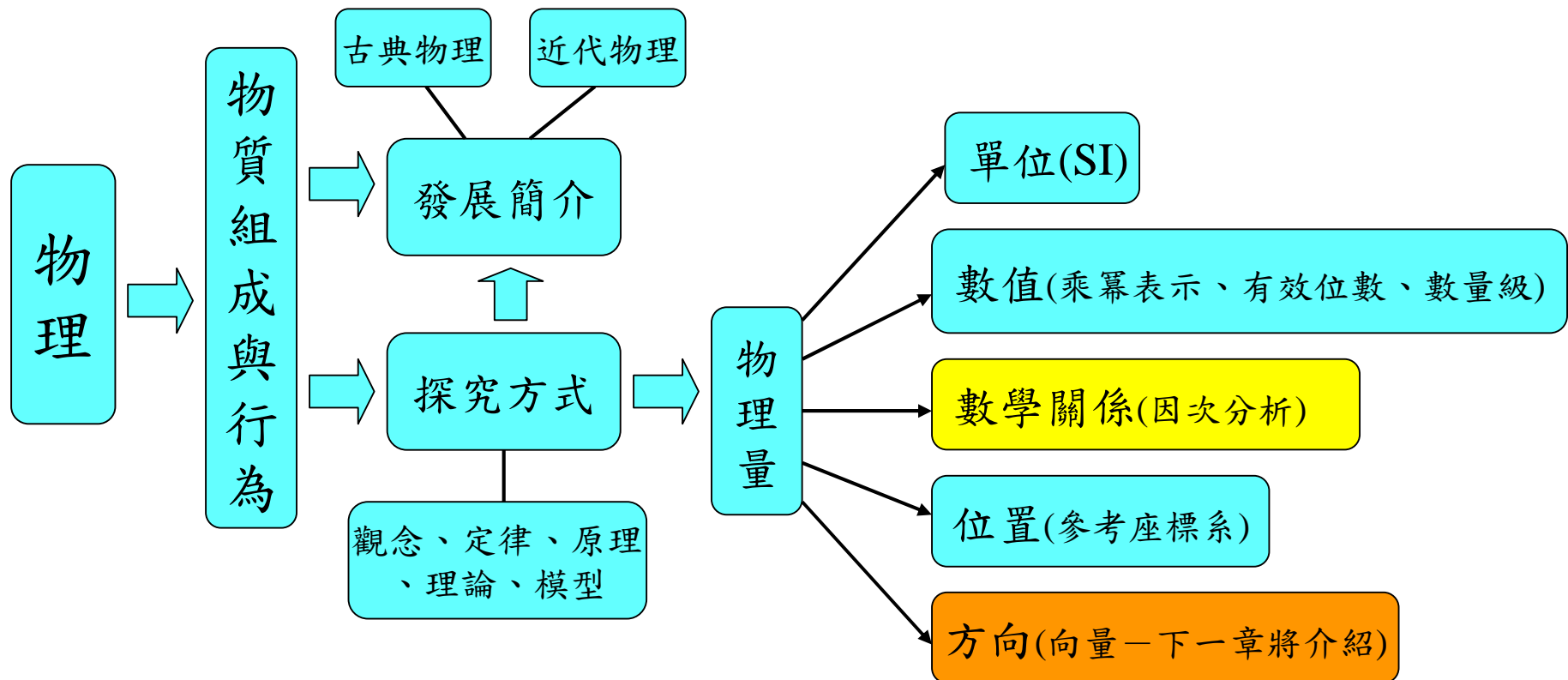
$$x = r \cos \theta \qquad y = r \sin \theta$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad ; \quad \tan \theta = \frac{y}{x}$$

$\theta$ 角度從 + x軸逆時針起算



# 本章重要觀念發展脈絡彙整



## 習題

- 教科書習題(p.11~p.12)

Exercise: 15, 35, 39, 45

Problem: 2, 3

★提示: Pr.2 Ans.  $a \propto v^2/r$

- 基本觀念習題

- 1.國際單位制(SI)定義的基本物理量有哪些? 其對應的公制單位與因次符號分別為何? 其中與力學相關的三個基本物理量又為何?

- 延伸思考習題: (※不列入考試, 僅列入加分題)

- 1.暗物質與暗能量佔了宇宙絕大部分, 請問暗物質與暗能量是什麼? 物理界最近有新的發現嗎?