

普通物理學講義

第一回

107100-1



考友社 出版發行

普通物理學講義 第一回



第一回 (1/3)

第一講 量度單位與向量	1
命題重點	1
重點整理	2
一、物理量的觀念	2
二、國際單位系統	2
三、因次分析	4
四、有效數字	5
五、數量級	6
六、長度及其單位	7
七、質量及其單位	8
八、時間及其單位	8
九、純量與向量	8
十、向量的表示法	9
十一、向量的加法	10
十二、向量的減法	13
十三、向量的分解	14
十四、向量的相乘	16
精選試題	21

第一回 (2/3)

第二講 質點的運動	1
命題重點	1
重點整理	2
一、質點運動學	2
二、位置向量與位移	2
三、平均速度與平均速率	4
四、瞬時速度與瞬時速率	4
五、等速度運動	5
六、變速度運動	6
七、等加速度運動	8
八、自由落體	9
九、向下拋體及向上拋體	11
十、水平拋體運動	11
十一、斜向拋體運動	14
十二、等速率圓周運動	18

十三、相對運動.....	20
精選試題.....	23
第一回 (3/3)	
第三講 牛頓運動定律.....	1
命題重點.....	1
重點整理.....	2
一、力的概念及其量度.....	2
二、慣性及牛頓第一運動定律.....	3
三、牛頓第二運動定律.....	4
四、牛頓第三運動定律.....	5
五、重量與質量.....	7
六、牛頓運動定律的應用.....	8
七、摩擦力.....	8
八、等速率圓周運動之動力學.....	10
精選試題.....	12

第一講 量度單位與向量

命題重點

- 一、物理量的觀念
- 二、國際單位系統
- 三、因次分析
- 四、有效數字
 - (一)有效數字的判斷
 - (二)科學記號
 - (三)十的乘幂字首縮幂符號
- 五、數量級
- 六、長度及其單位
- 七、質量及其單位
- 八、時間及其單位
- 九、純量與向量
- 十、向量的表示法
 - (一)符號表示法
 - (二)圖示法
 - (三)單位向量
- 十一、向量的加法
 - (一)三角形法
 - (二)平行四邊形法
 - (三)多邊形法
- 十二、向量的減法
- 十三、向量的分解
 - (一)二維平面之向量的分解
 - (二)三維空間之向量的分解
 - (三)用分量法求向量的和與差
- 十四、向量的相乘
 - (一)純量與向量相乘
 - (二)純量積
 - (三)向量積

重點整理

一、物理量的觀念

物理現象中可以用數字和單位來表示的觀念稱為物理量，例如長度、質量、時間、速度、溫度、力、電流等。

物理量的種類非常繁多，但彼此之間有些是有互相關聯的，例如速度是長度除以時間，再如電流可以產生磁場，磁性現象的各種物理量與電性也有關聯，因此，科學家們選定了長度、質量、時間、電流、溫度、物量、光度等七種物理量，並且制定出它們的標準，此七種物理量稱為基本量，而其它的物理量則可用這些基本量來定義，稱為導出量，如面積、速度、力、電量等物理量都可利用基本量之間的數學關係式來表示。

基本量的理想標準有易得和不變兩個基本特性，但這兩個要求常不相容，例如長度的標準可制定為一個人自鼻尖到姆指尖的距離，此標準雖易於取得，但不是永遠不變，不合物理學上的要求。標準的制定早期較注重於易得性，但隨著科技的進步，對精密性需求提高，進而優先考慮不變性，為了達到這個目標，甚至犧牲了易得性。

二、國際單位系統

法國有一個國際度量衡標準局，其委員來自世界各國代表，專責討論科學單位和標準之制定或修訂，其所推展的單位制，稱為國際單位系統(International System of Units)，或稱 SI 單位制，又稱公制單位系統，在此單位系統中，將物理量的單位分為：

(一)基本單位：指前述之七種基本量的單位，表(一)為其名稱和符號。

表(一) SI 基本單位

基本量	基本單位	英文名稱	符號
長度	公尺(米)	meter	m
質量	公斤(千克)	kilogram	kg
時間	秒	second	s
電流	安培	ampere	A
溫度	凱耳文	Kelvin	K
物量	莫耳	mole	mol
光度	燭光	candela	cd

(二)輔助單位：指幾何學中平面角和立體角的度量單位，表(二)為其名稱和符號。

表(二) SI輔助單位

輔助量	輔助單位	英文名稱	符 號
平面角	徑 (弧度)	radian	rad
立體角	立徑	steradian	sr

(三)導出單位：指導出量的單位，它可由基本單位組合而成，例如速度的單位（如公尺／秒），可由長度和時間二種基本單位來組成；力的單位（如牛頓，即公斤·公尺／秒²），則須再加入質量的基本單位來組成，表(三)為一些常見的導出單位。

表(三) SI導出單位

導出量	單位名稱	英文名稱	符 號
面積	平方公尺	square meter	m ²
體積	立方公尺	cubic meter	m ³
速度	公尺／秒	meter per second	m/s
加速度	公尺／秒 ²	meter per second squared	m/s ²
頻率	赫	hertz	Hz, s ⁻¹
密度	公斤／立方公尺	kilogram per cubic meter	kg/m ³
比熱	焦耳／公斤·凱耳文	joule per kilogram kelvin	j/kg·K
力	牛頓	newton	N, m·kg·s ⁻²
壓力	帕斯卡	pascal	Pa, m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
功、能	焦耳	joule	J, m ² ·kg·s ⁻²
功率	瓦特	watt	W, m ² ·kg·s ⁻³
電量	庫侖	coulomb	C, A·s
電位差	伏特	volt	V, m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
電阻	歐姆	ohm	Ω, m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
電容	法拉	farad	F, m ⁻² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ²
電感	亨利	henry	H, m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻²
電場	伏特／公尺	volt per meter	V/m, m·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
磁通量	韋伯	weber	Wb, m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹
磁場	特斯拉	tesla	T, kg·s ⁻² ·A ⁻¹

精選試題

一、若 A, B 兩向量滿足下列條件，則 A, B 之關係如何？

(一) $A + B = -2(A - B)$

(二) $A + B = 2A$ ，且 $A - B = 0$

(三) $|A + B| = |A - B|$

答：(一) $A + B = -2(A - B) \Rightarrow 3A = B$

$$(二) \begin{cases} A + B = 2A \\ A - B = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A - B = 0 \\ A - B = 0 \end{cases} \rightarrow A = B$$

(三) $|A + B| = |A - B|$

$$(A_x + B_x)^2 + (A_y + B_y)^2 + (A_z + B_z)^2$$

$$= (A_x - B_x)^2 + (A_y - B_y)^2 + (A_z - B_z)^2$$

得 $A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = 0 \rightarrow A \cdot B = 0$ ，即 A, B 互相垂直

二、 A, B 兩向量，其分量各為 $A_x = 3.2, A_y = 1.5, B_x = 0.5, B_y = 4.5$

(一) 求 A, B 間之夾角。

(二) 若一向量 C (大小為 5) 垂直於 A ，求其 x, y 分量。

[提示] 利用向量分解之觀念。 $A_x = |A| \cos \theta$ ，

$$A_y = |A| \sin \theta, \quad \frac{A_y}{A_x} = \tan \theta$$

答：(一) $\tan \theta = \frac{A_y}{A_x} = \frac{1}{2} \quad \theta = 26^\circ 40'$

$$\tan \phi = \frac{B_y}{B_x} = 9 \quad \phi = 83^\circ 40'$$

因此兩向量之夾角為 $\phi - \theta = 57^\circ$

(二) 若 C 垂直於 A ，則 $C \cdot A = C_x A_x + C_y A_y = 0$

$$\begin{cases} 3.2 C_y + 1.6 C_x = 0 \\ C_x^2 + C_y^2 = 5^2 = 25 \end{cases}$$

解之，得 $C_x = 2.24, C_y = -4.45$

107100-1 (1/3)

三、 $A = 5i + 4j - 6k$ ， $B = -2i + 2j + 3k$ ， $C = 4i + 3j + 2k$

(一) 求 $R = A - B + C$ 之分量及大小。

(二) R 與 z 軸間之夾角。

[提示] R 與 z 軸之夾角為 $\cos^{-1} \frac{R_z}{|R|}$

$$\begin{aligned} \text{答：(一)} R = A - B + C &= (5 + 2 + 4)i + (4 - 2 + 3)j \\ &\quad + (-6 - 3 + 2)k \\ &= 11i + 5j - 7k \end{aligned}$$

$$|R| = \sqrt{11^2 + 5^2 + (-7)^2} = 17.2$$

$$\text{(二)} \theta = \cos^{-1} \frac{-7}{17.2} = 120^\circ$$

四、證明 $a \times b = i(a_y b_z - a_z b_y) + j(a_z b_x - a_x b_z) + k(a_x b_y - a_y b_x)$

$$= \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{答：} a \times b &= (a_x i + a_y j + a_z k) \times (b_x i + b_y j + b_z k) \\ &= a_x b_x i \times i + a_x b_y i \times j + a_x b_z i \times k + a_y b_x j \times i \\ &\quad + a_y b_y j \times j + a_y b_z j \times k + a_z b_x k \times i \\ &\quad + a_z b_y k \times j + a_z b_z k \times k \\ &= j(a_y b_z - a_z b_y) + j(a_z b_x - a_x b_z) + k(a_x b_y - a_y b_x) \end{aligned}$$

$$= \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

五、已知 $A = 3i + 3j - 2k$ ， $B = -i - 4j + 2k$ ， $C = 2i + 2j + k$ 求：

(一) $A \cdot (B \times C)$ 。

(二) $A \cdot (B + C)$ 。

(三) $A \times (B + C)$ 。

$$\begin{aligned} \text{答：(一)} B \times C &= [(-4)(1) - (2)(2)]i + [(2)(2) \\ &\quad - (-1)(1)]j + [(-1)(2) - (-4)(2)]k \\ &= -8i + 5j + 6k \end{aligned}$$

$$A \cdot (B \times C) = (3i + 3j - 2k) \cdot (-8i + 5j + 6k)$$