大學物理學精要

問題與習題詳解

第七版　　上册

F. W. 西尔斯
M. W. 泽曼斯基　等原著

曉園出版社
世界图书出版公司

内 容 简 介

本书是《大学物理学》第 7 版的问题和习题详解

大学物理学精要问题与习题详解(上册)

F. W. 西尔斯基 M. W. 泽曼斯 等原著

刘威志 游信胜 等译著

*

晓园出版社出版

世界图书出版公司北京查印

北京朝阳门内大街 137 号

新燕印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行　　各地新华书店经售

*

1992 年 10 月第一版　　开本:850×1168 1/32

1992 年 10 月第一次印刷　　印张:24.[illegible]

印数:0001—2200

ISBN:7-5062-1323-O/O·42

定价:15.80 元(W_B9201/22)

世界图书出版公司通过中华版权代理公司向晓园出版社购得重印权

限国内发行

前　　言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，　　習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人　　精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番　　與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精徹的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

序　言

SEARS / ZEMANSKY / YOUNG 三人合著之大學物理學，可謂學習基本物理學之經典之作，其內容深入淺出，條理分明，尤其習題作業繁多，給初學者反覆練習，為本書之特色，今年（1987年）新版第七版問世，內容改變甚多，而其習題部份更加完美精彩，每章前均有提要及重點複習，以收事半功倍之效。本書對大學初學物理者，無論是否採用本原文教科書者，均為最佳之參考書。

編著者　謹識於國立台灣大學

DAG237/01

目　　錄

第一篇　力學與基礎

第二篇　力學一進一步發展

第三篇　物質的機械及熱性質

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

第一篇　力學與基礎

第一章　單位、物理量及向量

1-1　緒　言

1.物理學本質上是實驗和測量的科學。

2.物理量是指任何可以用來描述物理現象的數。要定義物理量，我們可以(1)指定測量此量的過程，或(2)說明如何用其他可以測量的量計算此量的方法。如(1)的定義稱爲操作型定義。

1-2　標準和單位

1.單位是描述物理量大小的標準。

2.國際單位制（ SI ）中：

時間單位爲秒（ s ），定義爲 ^{133} Cs光譜中，一特定電磁波週期的 9192631770 倍。

長度單位爲公尺（ m ），定義爲光在眞空中，傳播 1/299792458 秒的距離。

質量單位爲公斤（ kg ），定義爲一塊特定的鉑銥合金的質量。這塊鉑銥合金保存在法國的國際度量衡局內。

3.可以在基本單位上添加字首，以得到較大或較小的單位。表示10的冪次字首如下：

10的冪次	10^{-18}	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{3}	10^{6}
字　首	atto-	femto-	pico-	nano-	micro-	milli-	centi-	kilo-	mega-
縮　寫	a	f	p	n	μ	m	c	k	M

10的冪次	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}
字首	giga-	tera-	peta-	exa-
縮寫	G	T	P	E

4.英制中

時間單位爲秒。

長度單位爲英吋（ inch ），定義爲2.54 cm。力的單位爲磅（ pound ），定義爲4.448221615,2.60 牛頓（ newton ）。

（註：請參考附錄E）

1-3 單位一致和互換

1.相同單位的量才能相加減或相等。

1-4 精確度和有效數字

1.表示物理量的精確度常記爲

(1) X ± Y，指確實的量在X－Y到X＋Y之間。

(2) X ± Y %，指確實的量在X－（X・Y%）到X＋（X・Y%）之間。

(3)有效數字，計算結果的有效數字位數不大於原來的有效數字位數。

2.常用科學記號表示很大或很小的數。如1.49×10^{11} m或9.11×10^{-31} g，寫在前面的乘數爲有效數字。

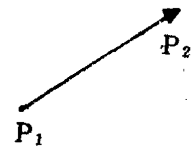
1-5 估計和數量的階次

1.在許多問題中，常常只要作大略的估計，計算其階次就可以得到有意義的結果。

1-6 向量和向量加法

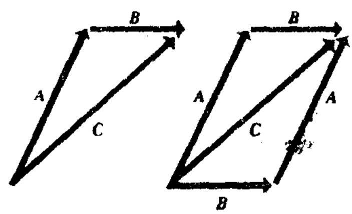
1.可以只用一數字描述的量叫純量。如長度、溫度等等。而有些量，除了大小之外，還必須描述其方向，如速度、力等，稱爲向量。

2.如位移即爲一向量，如圖，P_1 到 P_2 之位移。其大小爲 P_1 到 P_2 之距離，其方向爲 P_1 指向 P_2。

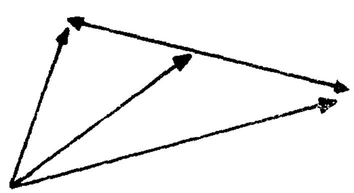


3.向量可以相加，記作 $\mathbf{C} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$。

4.向量加法有交換性，即 $\mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{B} + \mathbf{A} = \mathbf{C}$



5.向量的減法定義爲 $\mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$



1-7　向量的分量

1.在 x－y 平面上的向量，都可以表示或一平行於 x 軸的向量及一平行於 y 軸的向量之和。記作

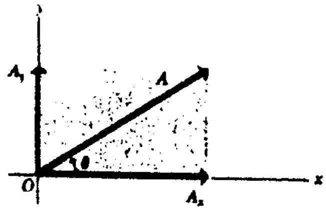
$$\mathbf{A} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{A}\mathbf{y}$$

且其大小有

$$\frac{|\mathbf{A}x|}{|\mathbf{A}|} = \cos\theta \qquad \frac{|\mathbf{A}y|}{|\mathbf{A}|} = \sin\theta$$

$$|\mathbf{A}| = \sqrt{|\mathbf{A}x|^2 + |\mathbf{A}y|^2}$$

$$\tan\theta = \frac{|\mathbf{A}y|}{|\mathbf{A}x|}$$



2.對 $\mathbf{C}=\mathbf{A}+\mathbf{B}$，則

$$Cx = Ax + Bx$$

$$Cy = Ay + By$$

多向量的相加亦如此。

3.以上的討論很容易推廣到空間中。

1-8 單位向量

1.單位向量指大小爲1的向量。用來表示一個方向。

2.在平面上，令 $\mathbf{i}$ 、 $\mathbf{j}$ 爲 x 軸、y 軸方向的單位向量。則任一向量可寫成

$$\mathbf{A} = Ax\ \mathbf{i} + Ay\ \mathbf{j}$$

3.在空間中，令 $\mathbf{i}$ 、$\mathbf{j}$ 、$\mathbf{k}$ 爲 x 軸、y 軸、z 軸方向的單位向量，則任一向量可寫成

$$\mathbf{A} = Ax\ \mathbf{i} + Ay\ \mathbf{j} + Az\ \mathbf{k}$$

1-9 向量積

1.兩向量 $\mathbf{A}$，$\mathbf{B}$ 的純量積定義爲

$$\mathbf{A}\cdot\mathbf{B} = |\mathbf{A}|\ |\mathbf{B}|\ \cos\theta$$

θ 爲 $\mathbf{A}$ 和 $\mathbf{B}$ 的夾角。

2.因 $\mathbf{i}\cdot\mathbf{j} = \mathbf{j}\cdot\mathbf{j} = \mathbf{k}\cdot\mathbf{k} = 1$

$\mathbf{i}\cdot\mathbf{j} = \mathbf{j}\cdot\mathbf{k} = \mathbf{k}\cdot\mathbf{i} = 0$

所以 $\mathbf{A}\cdot\mathbf{B}$

$$= (Ax\ \mathbf{i} + Ay\ \mathbf{i} + Az\ \mathbf{k})\cdot(Bx\ \mathbf{i} + By\ \mathbf{j} + Bz\ \mathbf{k})$$

$$= AxBx + AyBy + AzBz$$

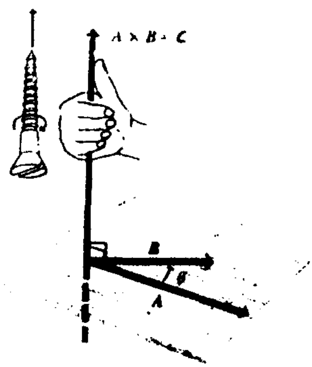
3.兩向量 $\mathbf{A}$，$\mathbf{B}$ 的向量積定義爲

$\mathbf{C}=\mathbf{A}\times\mathbf{B}$，其中

$|\mathbf{C}|=|\mathbf{A}||\mathbf{B}|\sin\theta$

θ 爲A和B的夾角

C的方向如圖所示。



4.向量積不滿足交換性

$$\mathbf{A}\times\mathbf{B}=-\mathbf{B}\times\mathbf{A}\neq\mathbf{B}\times\mathbf{A}$$

5.因 $\mathbf{i}\times\mathbf{i}=\mathbf{j}\times\mathbf{j}=\mathbf{k}\times\mathbf{k}=0$

$\mathbf{i}\times\mathbf{j}=\mathbf{k}\quad \mathbf{j}\times\mathbf{k}=\mathbf{i}\quad \mathbf{k}\times\mathbf{i}=\mathbf{j}$

所以　$\mathbf{A}\times\mathbf{B}$

$$\begin{aligned}
&=(A_x\mathbf{i}+A_y\mathbf{j}+A_z\mathbf{k})\times(B_x\mathbf{i}+B_y\mathbf{j}+B_z\mathbf{k})\\
&=(A_yB_z-A_zB_y)\mathbf{i}\\
&+(A_zB_x-A_xB_z)\mathbf{j}\\
&+(A_xB_y-A_yB_x)\mathbf{k}\\
&=\begin{vmatrix}\mathbf{i}&\mathbf{j}&\mathbf{k}\\A_x&A_y&A_z\\B_x&B_y&B_z\end{vmatrix}
\end{aligned}$$

問　題

1-1　π（圓周率）的單位是什麼？

答　π 是圓周和直徑兩長度的比値，是一個數，沒有單位。

1-2　一條山路的爬升率，記爲每公里150公尺。怎樣用沒有單位

的數字來表示？

答 把1公里化作1000公尺，或把150公尺化作0.15公里。爬升率可表示成150／1000＝0.15／1＝0.15。

1－3 如果要你求3 m的餘弦值，可能嗎？

答 不能，因三角函數（如餘弦）的自變數必為沒有單位的數。

1－4 水文學家用“秒－呎”為單位，描述河水的體積流率。由技術上說，這單位正確嗎？若不對，正確的單位該如何？

答 不對，應該用“每秒1立方呎”。

1－5 公路承包商宣稱，建造橋面時，他用了200碼混凝土。你想他說的是什麼？

答 他該是指200立方碼的混凝土。

1－6 大小為零的向量，有方向嗎？

答 沒有。

1－7 你的體重是多少牛頓？

答 若你體重為A公斤重，則為A×9.8牛頓。

1－8 你的身高是多少公分？

答 這題是為使用英制的學生練習換算的。

1 吋＝2.54公分。

1－9 什麼物理現象可以用來定義時間的標準？（除了擺或銫原子鐘外）

答 如地球的自轉、公轉週期。月球繞地球的週期，特定石英晶體振盪的週期等。

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

1 - 10　能否用某個原子規模的量，做爲質量單位？這和Sevres 所保存的1 kg鉑圓柱來比，優點或缺點爲何？

　答　可以。例如定某種特定同位素原子質量爲質量單位的1／N（可適當規定N）。其優點爲穩定不變，如同時間單位的定義。但在比較、測量時有技術上的困難。

1 - 11　如何用普通的尺測出一張紙的厚度？

　答　找一疊同樣的紙，測量總厚度，再除以這疊紙的張數。

1 - 12　能找到兩個長度不同的向量，使其向量和爲零嗎？要使三個向量的和爲零，其長度有什麼限制？

　答　兩長度不同的向量，其和必不爲零；而三向量和爲零時，必形成一三角形或直線，使其中任兩個長度之和必大於或等於第三個的長度。

1 - 13　一腳踏車手沿半徑500 m的圓形跑道行駛，由北邊到南邊時，位移爲何？她走完一圈時，位移爲何？

　答　由北邊到南邊時，位移向量大小等於跑道直徑，即1000m m，方向指向正南。她走完一圈時，位移爲零。

1 - 14　體積的單位爲何？若有學生告訴你，半徑爲r，高度爲h

的圓柱其體積爲$\pi r^3 h$，解釋他的答案不可能正確。

答 體積的單位爲立方公尺（m^3）。而$\pi r^3 h$的因次爲長度的4次方，故不可能正確。

1-15 角（以徑來度量）是沒有單位的數，因爲它是兩個長度的比。想出其他沒有單位的幾何量或物理量？

答 幾何量如π，物理量如相對密度，折射率等，都是無單位的量。

1-16 向量可能有不爲零的分量，而其大小爲零嗎？

答 不可能。因向量的大小爲其分量大小平方和的平方根。故其大小若爲零，分量必爲零。

1-17 人們常說"時間的方向"，指由過去走向未來。這話表示時間爲一向量嗎？

答 不是。在描述時間時，只要說明其值，不能指出什麼方向。

1-18 兩向量的純量積滿足交換性嗎？請解釋。

答 是的。由$\mathbf{A}\cdot\mathbf{B}=|\mathbf{A}||\mathbf{B}|\cos\theta$，和A，B的次序無關，且結果爲一純量，沒有方向的問題。

1-19 向量和它自己的純量積爲何？向量積呢？

答 因向量和本身的夾角$\theta=0$，因此易知向量和它自己的純量積爲其大小的平方。向量和它自己的向量積爲零。

習 題

E1-1 由1.00 in＝2.54 cm的定義，計算1哩中有多少公里。

解 $1\ \text{mi}=5280\ \text{ft}=(5280\ \text{ft})\times(12\ \text{in}/\text{ft})\times(2.54\ \text{cm}/\text{in})\times(10^{-5}\ \text{km}/\text{cm})=1.61\ \text{km}$。

E 1 - 2　水的密度爲 $1\ g \cdot cm^{-3}$。用 $kg \cdot m^{-3}$ 表示時，數值爲何？

解　$1\ g \cdot cm^{-3}$

$= 1\ g \cdot cm^{-3}\ (10^{-3}\ kg/g) \cdot (10^{-2}\ m/cm)^{-3}$

$= 1 \times 10^{3}\ kg \cdot m^{-3}$

E 1 - 3　協和號是最快的商用客機，可以 $1450\ mi \cdot hr^{-1}$ 的速度巡航（大約是音速的兩倍，即馬赫2）。

(a)協和號的巡航速度是多少 $mi \cdot s^{-1}$？

(b)協和號的巡航速度是多少 $m \cdot s^{-1}$？

解　(a) $1450\ mi \cdot hr = 1450\ mi \cdot (3600\ s)^{-1}$

$= 0.403\ mi \cdot s^{-1}$

(b) $1450\ mi \cdot hr^{-1} = 1450\ (1609\ m) \cdot (3600\ s)^{-1}$

$= 648\ m \cdot s^{-1}$

E 1 - 4　計算一天（24小時）及一年（365天）中的秒數。

解　$1\ da = (1\ da) \times (24\ hr/da) \times (3600\ s/hr)$

$= 86400\ s$

$1\ yr = (365\ da) \times (86400\ s/da)$

$= 3.1536 \times 10^{7}\ s$

E 1 - 5　一汽車引擎活塞移動量爲 $2.0\ \ell$。只用 $1.0\ \ell = 1000\ cm^{3}$，及 $1.0\ in = 2.54\ cm$，把這體積用 in^{3} 表示出來。

解　$2.0\ \ell = 2.0 \times 1000\ cm^{3} = 2000\ \left(\frac{1}{2.54}\ in\right)^{3}$

$= 120\ in^{3}$　（因 $2.0\ \ell$ 有效數字只有兩位）

E 1 - 6　如果一馬克（西德的貨幣單位）相當於40分，而一升汽油值1.30馬克。那一加侖汽油值多少元？使用附錄E中的換算值。

解 $(3.788\ \ell/\text{gallon})\cdot(1.30\ 馬克/\ell)\cdot(0.40\ 元/馬克)=1.97\ 元/\text{gallon}$

E 1 - 7 一輛小汽車的汽車消耗量是 $17.0\ \text{km}\cdot\text{L}^{-1}$，這相當於每加侖多少哩？使用附錄E的換算值。

解 $17.0\ \text{km}\cdot\text{L}^{-1}=17.0\ (0.6214\ \text{mi})\left(\frac{1}{3.788}\ \text{gallon}\right)^{-1}=40.0\ \text{mi}\cdot\text{gallon}^{-1}$

E 1 - 8 在Lower Slobbovia的公路，其速度限制是每雙週150000 furlong。這相當於每小時多少哩？（一furlong爲⅛哩，雙週爲14天，一 furlong 本源於田畦的長度。）

解 $150000\ \text{furlong}\cdot\text{fortnight}^{-1}$
$=150000\ (\tfrac{1}{8}\text{mi})\ (24\times14\ \text{hr})^{-1}$
$=55.8\ \text{mi}\cdot\text{hr}^{-1}$

E 1 - 9 氫鑒射放出的電磁波頻率，可作爲一種頻率標準。其中有個頻率是1420405751.786 赫茲（Hz），（1赫茲只是指每秒一週期，）由氫鑒射控制的鐘每 100000 年只誤差1 秒。下列問題中只要用 3 位有效數字。

(a)這頻率一週期是多少時間？
(b)一小時中有多少週期？
(c)宇宙的年齡估計爲10 億年，這期間有多少週期？
(d)地球的壽命估計爲4600 百萬年，在這期間，氫鑒射鐘會誤差多少？

解 (a) $(1.42\times10^{9}\ \text{cycle}\cdot\text{s}^{-1})^{-1}=7.04\times10^{-10}\ \text{s}$ for 1 cycle

(b) $1.42\times10^{9}\ \text{cycle}\cdot\text{s}^{-1}=1.42\times10^{9}\ \text{cycle}\cdot\left(\frac{1}{3600}\ \text{hr}\right)^{-1}=5.11\times10^{12}\ \text{cycle}\cdot\text{hr}^{-1}$

(c) 5.11×10^{12} cycle・hr^{-1} (24 hr / da)

(365 da / yr) = 4.48×10^{16} cycle・yr^{-1}

在 10 億年中，有

(4.48×10^{16} cycle・yr) (10^{10} yr)

= 4.48×10^{26} cycle

(d)在 10000 = 10^5 yr 中有 1 秒誤差

在 4600 百萬年中，誤差有

$$\left(\frac{1\,s}{10^5\,yr}\right)(4.60 \times 10^9\,yr) = 4.60 \times 10^4\,s$$

$$= 12.8\,hr$$

E 1 - 10　圓周率下列近似值的百分誤差各是多少？

(a) 22 / 7　　　　(b) 355 / 113

解　(a) $\pi = 3.14159265$

$$\frac{(22/7 - \pi)}{\pi} = 4.02 \times 10^{-4} = 0.042\%$$

(b) $$\frac{(355/113 - \pi)}{\pi} = 8.49 \times 10^{-8} = 8.49 \times 10^{-6}\%$$

E 1 - 11　近似式 1 年 = $\pi \times 10^7$ 秒的比例誤差是多少？（設 1 年爲 365 天）

解　1 yr = 1 yr (365 da / yr) (24 hr / da)

(3600 s / hr)

= 3.1536×10^7 s

$$\frac{3.1536 \times 10^7 - \pi \times 10^7}{3.1536 \times 10^7} = 0.0038$$

E 1 - 12　估計下列測量的百分誤差：

(a)用米尺，測大約 50 cm的距離；

(b)用化學天平測約 1 g 的質量；

(c)用停錶測大約 4 min 的時段。

解 (a)設米尺的最小刻度為1 mm ,所以誤差約為0.5 mm。

$$\text{百分誤差} \simeq \frac{0.5\ \text{mm}}{50\ \text{cm}} = 0.1\%$$

(b)設天平的最小砝碼或刻度為1 mg,所以

$$\text{百分誤差} \simeq \frac{0.5\ \text{mg}}{1\ \text{g}} = 0.05\%$$

(c)設停錶的最小刻度為0.1 s,所以

$$\text{百分誤差} \simeq \frac{0.1\ \text{s}}{4 \times 60\ \text{s}} = 4.2 \times 10^{-4} = 0.04\%$$

E 1-13 地球的質量為5.98×10^{24} kg,其半徑為6.38×10^{6} m。求地球的密度,要用科學記號和正確的有效位數表示。(物體的密度定義為其質量除以體積。球的體積公式見附錄B。)

解 地球的密度 $e = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4\pi}{3} R^3}$

$$= \frac{5.98 \times 10^{24}}{\frac{4\pi}{3}(6.38 \times 10^{6})^3}$$

$$= 5.50 \times 10^{3}\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

E 1-14 以一位有效數字給定一個角,如5° ,表示其值在4.5°和5.5°之間。找出這角餘弦值的可能範圍。這是結果的有效數字位數比所給的數值有效數字位數多的例子嗎?

解 $\cos 4.5° = 0.9969$

$\cos 5.5° = 0.9954$

其餘弦值在0.9954和0.9969之間,是有效數字增多的例子

试读结束:需要全本请在线购买: www.ertongbook.com