

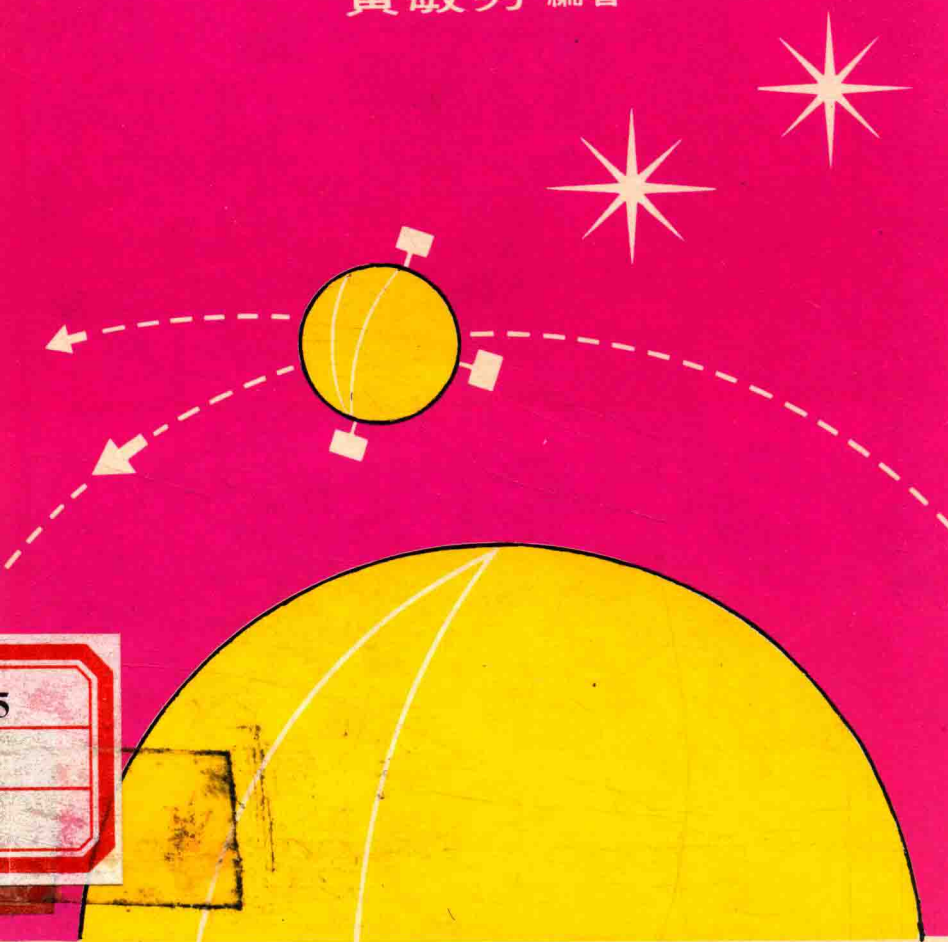
升大專必備

最新觀念物理

(附電腦測驗題庫)

上冊

黃敏男 編著



中央書局

物理觀念觀和取

黃敏男 編著

上册



中央書局

讀者函購辦法

- ◎ 請將書款交當地郵局免費劃撥賬戶中字 20066 號中央書局收。
- ◎ 在辦理劃撥時，請向郵局人員索取劃撥單，詳細寫明姓名、地址、冊數，本局收到通知單後立即奉寄。
- ◎ 學校、補習班團體採用另有優待，請來函接洽。

最新觀念物理（上）

總經銷：中央書局

澳門草街253號地下

編著者：黃 敏 男

印刷所：正豐印刷廠

澳門龍崙街6巷1號

一九七七年三月版

給同學們的一封信

同學們：

您們往往練習很多的題目，而遇到攷試時面對着攷題，仍不知所措，這是同學學習時忽略了“觀念的完整性”及“對自然界的某些物理現象，缺乏深入的領悟”所致。

本書編著的目的，即在給予同學有完美的基本觀念，且各章末了都將有關係的物理實驗經過精析，以各種方式依序列出，幫助同學對物理現象更能深入了解。

本書各章的編排是先列出一系列完整的基本觀念，再輔以由淺入深的例題，再將有關的類似題彙集，及各章有關之實驗精析，題目都經過精心處理，且本書最後還將全部重要公式集合，這樣同學能够循序漸進無往而不利，可以克服一切困難，達到自己的願望。

本書是編著者十幾年教書經驗的累積，也就是說材料已臻真、善、美之境界，希同學珍視它。



Sir Isaac Newton.



Arthur H. Compton



Max Planck



Albert Einstein



Niels Bohr



Louis de Broglie

II 最新觀念物理



Michael Faraday



Heinrich Hertz



J. J. Thomson



女子其與妻夫禮話



James Clerk Maxwell



Ernest Rutherford

最新觀念物理

宇宙篇、運動學、動力學

目次

第 0 章	宇宙(時間、空間、函數比例關係圖形)	1
第一章	線性運動	33
第二章	向量及空間的運動	56
第三章	牛頓運動定律	80
第四章	拋體運動與週期運動	128
第五章	動量與動量不滅原理	188
第六章	功與能	223
第七章	位能	267
第八章	氣體之性質與分子運動說	309
	重要公式彙集	350

第〇章 宇宙（時間、空間、 函數比例關係圖形）

§ 0-1 量

A. 具大小、單位（方向）

B. 純量：不含方向

{	質量	100 Kg
	重量	100 Kg $\cdot$ w
	速率	100 km/hr

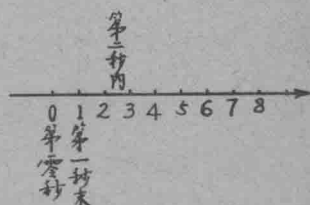
向量：含方向

{	速度	10 m/sec 向東
	力、場等	

§ 0-2 時間

A. 無自然單位之純量

B. { 時刻
經過之時間：（時距、時間間隔）
第二秒初即第一秒末
 $\Delta t = t_f - t_i$



簡例

有一人由第3秒初至第6秒末一共移動了100米，求平均速率？

解： $\Delta t = t_f - t_i = 6 - 3 + 1 = 4$ （秒）

$$v = \frac{S}{\Delta t} = \frac{100}{4} = 25 \text{ 米/秒}$$

C. 瞬時即時距趨近於零。（ $\lim_{\Delta t \rightarrow 0}$ ）

D. 單位之制定

1 日：地球某一子午線對着太陽，下次再對着太陽所歷時間。

平均太陽日：將地球公轉太陽一週之時間裡
每一日之時間加以平均而得。

2 1 年 = 365 平均太陽日。

2 最新觀念物理(上)

3 恒星日：地球某一子午線對着某恒星，下次再對着此恒星經過之時間。

1 年 = 366 恒星日

解釋：①實際上地球繞太陽一週共自轉 366 次。

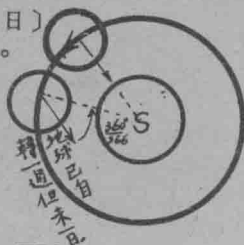
②因地球公轉太陽，必須繞到第二次太陽又到此子午線上時，才算

1 日。〔必須再自轉 $(\frac{360}{366})^\circ$ 才是 1 日〕

③故 1 年為 $(366 - 1) = 365$ 太陽日。

365 太陽日 = 366 恒星日

1 太陽日 = $\frac{366}{365}$ 恒星日。



4 標準擺(秒擺)

擺長 1 米

於重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ 處 ($T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$) 之週期 T ，稱為 2 秒。

5 今日 ^{133}Cs (鉀) 振動 9,192,631,770 次之時距，定為 1 秒。

◎ 例題 1

若 1 晝夜為 1 日，且知 1 年星球自轉 200 次，求 1 太陽日為若干恒星日？

圖：1 年 199 太陽日 = 200 恒星日 $\therefore 1$ 太陽日 = $\frac{200}{199}$ 恒星日

§ 0-3 短時間之量度

A. “凍結”運動狀況

方法 $\begin{cases} 1. \text{與運動體一起作等速運動。} \\ 2. \text{高速閃光攝影(高頻率)。} \end{cases}$

簡例

如果閃光的間隔時間為 $\frac{1}{4000}$ 秒拍照一張，拍得之照片見子彈經三張照片而穿過直徑 20 厘米之燈炮，求子彈之速度值

圖： $\frac{1}{4000}$ 秒 $\times 2 = \frac{1}{2000}$ 秒 $v_s = \frac{D}{\Delta t} = \frac{20 \times 10^{-2} \text{ 米}}{\frac{1}{2000} \text{ 秒}} = 4 \times 10^2 \text{ 米/秒}$

例題 2

若有一四葉片之電扇，其頻率為 32 次/秒，吾人要在閃光下，視其為清楚的 12 葉片，求閃光之時距？(視覺暫留 $1/20$ 秒)

圖：第1次見到12葉片閃光時距 $\frac{1}{4 \times 32 \times 3}$ 秒

第2次見到12葉片之閃光時距為 $\frac{1}{4 \times 32 \times 3} \times 4$ 秒

第3次見到12葉片之閃光時距為 $\frac{1}{4 \times 32 \times 3} \times 7$ 秒



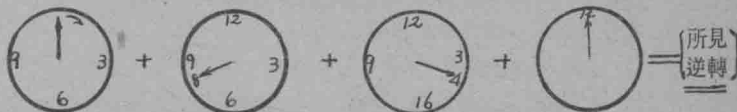
即所求 $\Delta t = \frac{N}{4 \times 32 \times 3} \leq \frac{1}{20}$ 而 $N = 1, 4, 7, 10, 13, \dots$

所以 Δt 之最小值為 $\Delta t = \frac{1}{4 \times 32 \times 3}$ 秒

◎ 例題 3

對着鐘面每隔40秒鐘拍一張照片，然後以每秒鐘24張放映之，在幕上所見秒針之頻率？

圖：(1)這種題目分為拍片及放映之兩個過程，下列是拍片，拍得之連續照片。



(2)放映時，在幕上所見為逆轉。且每放映3張逆轉一週。

$$\text{頻率 } f' = \frac{24}{3} = 8 \text{ 次/秒}$$

◎ 例題 4

對着頻率 f_0 之等速率圓周的運動體，每秒 f_0 張拍片，放映時如以 f 張/秒放映之，而欲見其倒轉之條件為何？(已知 $|1/f| \leq \text{視覺暫留}$)

圖：第二張拍得的照片應落在後半週，所以：

$$\left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{1}{f_0} < \frac{1}{f} < \frac{n}{f_0} \quad n \in \mathbb{N}$$

§ 0-4 同步定時儀 (測頻儀)

A. 功用：

1. 測定週期性往復運動體之頻率、週期及等速度運動體之速度。如：單擺、彈簧振子、唱片之週期。

落下之雨滴、水龍頭之滴水(等速度運動)的間隔時間及速度的測定。

4 最新觀念物理（上）

2 閃光射影之快門。

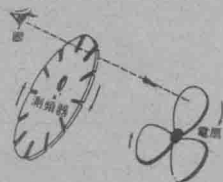
B. 構造：（使用法及其原理）

- 1 待測物上做記號，（同種顏色、形狀、間隔距離相同）設記號數為 m 。
- 2 視線在特定的方向上，經測頻儀觀察待測物上之記號。
- 3 同步（即記號看起來似呈靜止），此時若記號 m 個，可見此 m 個記號似呈靜止。

已知：測頻儀狹縫數 S ，測頻儀之頻率 f_s ，則吾人經測頻儀每秒所觀察之次數（視頻）與記號通過視線處之次數（記號頻）之關係必為：

（同步）
 n （視頻） $\equiv$ 記號頻

$$n S f_s = m f_m$$



4 討論：

- ① 狹縫數不能太多。
- ② 答案可能很多（因 $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ ）
- ③ 測頻儀之頻率達最大值時，吾人稱為“正確之使用”。測得待測物之真正頻率 $n = 1$ ， $S f_s = m f_m$
- ④ 不同步時，待測物頻率測定

$$a. \left\{ \begin{array}{l} \text{測頻儀狹縫數 } S \\ \text{頻率 } f_s \\ \text{所見待測物，每秒順轉 } f_m \text{ 次} \end{array} \right.$$

（測頻儀之轉速由零漸增，先是見記號越過視線順轉，測頻儀再增速，則見第一次同步）

視振動頻率 $= m f_m$ 即：所見記號順轉越過視線之次數。

$$m f_m = n S f_s + m f_m \quad n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

$n = 0$ ，即：未第一次同步前所見之順轉， $n = 1$ ，即經第一次同步之所見順轉之情形。……

上式之意義即視頻較慢經加上 $m f_m$ 之視振動頻率即同步。

b. 逆轉

看到逆轉必經過第一次同步。

$$m f_m = n S f_s - m f_m \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$\textcircled{5} \quad T = \frac{1}{f_s}$$

$\Delta t = \frac{1}{f_s} \cdot \frac{1}{S} = \frac{1}{S f_s}$ 此為測驗儀以 f_s 之頻率旋轉時，一狹縫到相鄰之狹縫之時距，但也可說是閃光之間隔時間。

⑥ 測頻儀之基本原理，實與週期閃光攝影相同。

例題 5

日光燈使用之交流電頻率為 60 米/秒，在燈下所見 4 葉片的電扇似呈靜止，求電扇之轉速。

解： $4 \times f_m = n (60 \times 2)$

$f_m = n (30) = 30, 60, 90, 120 \dots\dots\dots$ 次/秒

例題 6

6 狹縫測頻儀，測定 3 葉片之電扇的轉速，測頻儀每秒 4 轉，則見葉片每秒逆轉 2 次，求電扇之轉速。

解： $m \cdot f_m = n \cdot S \cdot f_s - m f_a$

則 $3 \cdot f_m = n \cdot 6 \cdot 4 - 3 \cdot 2$

$f_m = 8n - 2$ 故轉速為 6 次/秒，14 次/秒……

◎ 例題 7

6 狹縫數之測頻儀，知 4 葉片之電扇每秒 7 轉，見葉片每秒順轉 1 次，若測頻儀每秒 9 轉，見葉片每秒逆轉一次，求電扇之轉速。

解： $m \cdot f_m = n \cdot S \cdot f_s \pm m f_a$

$$(1) f_m = \frac{n \cdot 6 \times 7 + 4 \cdot 1}{4} = \frac{21}{2} n + 1 \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots\dots\dots$$

$$(2) f_m = \frac{n \cdot 6 \times 9 - 4 \times 1}{4} = \frac{27}{2} n - 1 \quad n = 1, 2, 3 \dots\dots\dots$$

由(1)可得 $f_m = 1, \frac{23}{2}, 22, \frac{65}{2}$

(2)可得 $f_m = \frac{25}{2}, 26, \frac{79}{2}$

因無同解，故知電扇之轉速不穩定。

◎ 例題 8

利用 6 狹縫的測頻儀，欲見頻率為 36 次/秒的 4 葉片電扇呈 12 葉片似呈靜止，則測頻儀之最大頻率為何？

解：若利用閃光，則閃光時距最短為 $\Delta t = \frac{1}{36 \times 4 \times 3}$ 秒

此為測頻儀相鄰兩狹縫之時距。

$$\Delta t = \frac{1}{S f_s} \quad f_s = \frac{36 \times 4 \times 3}{6} = 72 \text{ 次/秒}$$

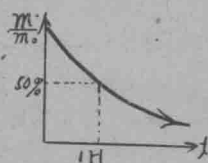
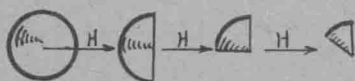
§ 0-5 長時間的測定

A. 半衰期

1. 蛻變元素蛻變後之質量，如果為原本質量的 $\frac{1}{n}$ ，則其蛻變強度亦為原有之

$$\frac{1}{n}。$$

2.



I_0 ：原來之蛻變強度

I ：後來之蛻變強度

H ：半衰期

t ：全部經過之時間

$$I = I_0 \left[\frac{1}{2} \right]^{\frac{t}{H}}$$

$$M = M_0 \left[\frac{1}{2} \right]^{\frac{t}{H}}$$

例題 9

某元素經過 8 天的衰變，其放射強度變原來的 64%，求放射第 4 天末之放射強度應為原來之百分率。

解： $\frac{I}{I_0} = \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{H}} \quad 0.64 = \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{8}{H}} \quad 0.64 = \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{4}{H}} \right]^2$

$$x = \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{4}{H}} \quad x = \sqrt{0.64} = 0.8$$

◎ 例題 10

某元素半衰期為 20 天，而其一原子蛻變時僅能放出一 α 質點，若此元素 11 毫克，經 40 天時間共放出 6.02×10^{23} 個 α ，求此元素之原子量？

解：(1) $\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{40}{20}}$ 則 $m = \frac{1}{4} m_0$ ，知蛻變去 $\frac{3}{4} m_0$ ，即 $\frac{3}{4}$ 毫克。

$$\frac{3}{4} \text{ 毫克} = \frac{3}{4} \times 10^{-3} \text{ 克}$$

(2) $\frac{3}{4} \times 10^{-3}$ 克有 6.02×10^{23} 個原子，但每莫耳有 6.02×10^{23} 個原子

$$\text{故 } \frac{x}{\frac{3}{4} \times 10^{-3}} = \frac{6.02 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{18}} = 10^5 \quad \text{故 } x = \frac{3}{4} \times 10^2 = 75 \text{ 克/mole}$$

知原子量為 75 amu。

B. 曠時攝影術

例題 11

玫瑰花由開花過程為 1 星期，每隔 1 小時拍攝一張照片，以每秒 24 張放映，求在銀幕上所見開花之時間。

$$\text{解：} \frac{7 \times 24}{1} = 168 \text{ 張} \quad \text{時距} = \frac{169}{24} \text{ 秒}$$

以 168 小時時距拍 169 張，放映須 $\frac{169}{24}$ 秒。

◎ 例題 12

有一運動體作等速度運動，利用 6 狹縫之測頻儀轉速為 5 次/秒拍攝而得，每隔兩照片距離為 2 cm，求此運動之速度值。

$$\text{解：} v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2 \text{ cm}}{\frac{1}{5f_s}} = 60 \text{ 厘米/秒}$$

§ 0-6 空間度

- A. 量度直線上一點之位置，只要一數據表示，所以直線為 1 度空間。
- B. 平面上一點之位置要量兩次，所以平面為 2 度空間。
- C. 立體空間上一點之位置要量兩次，所以空間為 3 度空間。
- D. 在空間裡運動體之運動，稱為 4 度空間運動體，因時間也需量一度。

§ 0-7 距離之單位

$$\text{A. 基本單位(米)} = \left(\frac{\frac{1}{4} \text{ 地球周長}}{10,000,000} \right)$$

$$\text{B. 什米} = D. m \quad \text{佰米} = H. m \quad \text{仟米} = K. m \quad \text{百萬米} = M. m$$

$$\frac{1}{10} \text{ 米} = d. m \quad \frac{1}{100} \text{ 米} = c. m \quad \frac{1}{10^6} \text{ 米} = \mu. m$$

$$\frac{1}{10^{12}} \text{ 米} = \mu. \mu. m$$

8 最新觀念物理 (上)

$A(\text{埃}) = 10^{-10}$ 米

天文單位 $Au \doteq 1.5 \times 10^{11}$ 米

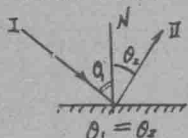
即地球公轉太陽之軌道半徑。

1 光年 $= (3 \times 10^8 \text{ m/sec}) \times (3.15 \times 10^7 \text{ sec}) = 9.45 \times 10^{15}$ 米

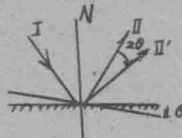
§ 0-9 長距離的測定

◎ A. 測速儀：

原理：1 三角學定理

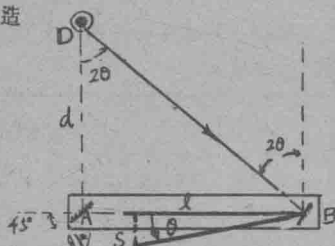


2 光之反射定律



若入射光之方向不變，而將平面鏡旋轉 θ ，則反射光方向改變 2θ 。

3 構造



待測物愈遠 $\Rightarrow \theta$ 愈小

b 愈大 $\Rightarrow$ 可測距離 d 愈遠

4 實驗步驟

- ① 眼睛，鏡片 A ，待測物 D ，成一直線。
- ② 校正木板架，使由 A 鏡片中見到 B 鏡之像。（此步驟目的是：使 $\angle DAB$ 成直角）
- ③ 旋轉旋轉柄，使吾人在 A 鏡中見待測物之像在正前方。
- ④ 量取 θ, l, S 。
- ⑤ 計算待測物 $d = ?$

因 d 很大，故 θ 很小。

$$\tan \theta \approx \theta \text{ (弧度)} \quad \tan 2\theta = \frac{b}{d} \quad 2\theta \approx \frac{b}{d} \dots\dots\dots ①$$

$$\tan \theta = \frac{S}{l} \quad \theta = \frac{S}{l} \dots\dots\dots ②$$

$$\therefore \boxed{d = \frac{\ell b}{2S}} \quad \ell = b \quad \therefore \boxed{d = \frac{b^2}{2S}} \quad (2\theta \leq 5^\circ)$$

利用本式：測得愈遠，誤差愈小。

⑥(利用上式,何時誤差百分之百?)

$$\tan 2\theta = \frac{b}{d'}, \quad \tan \theta = \frac{S}{\ell}$$

$$\text{由①} \quad \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta} = \frac{b}{d'}$$

$$\frac{2 \left(\frac{S}{\ell} \right)}{1 - \left(\frac{S}{\ell} \right)^2} = \frac{b}{d'}, \quad d' = \frac{1 - \left(\frac{S}{\ell} \right)^2}{2 \left(\frac{S}{\ell} \right)} b, \quad \left| \frac{d - d'}{d} \right| = 1$$

得: 當 $S = \frac{\ell}{\sqrt{2}}$ 時, 誤差百分之百。

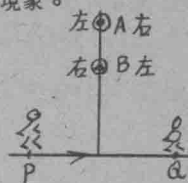
B. 視差觀測器

原理: 視差法

1. 視差現象

由於觀察者的運動, 而見遠近兩物體作相對運動之現象。

如: 人在行進間之火車中所見火車外之遠物似乎靜止, 而較近物則後退。又如圖之人原來在 P 點見 A 在左, B 在右, 而沿 PQ 走到 Q 點時, 則見 B 左移, 於是在 Q 點所見 A 在右而 B 在左, 此為視差現象。

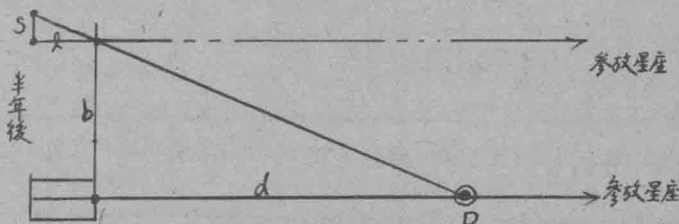


2. 光之直進, 視差現象, 三角學之定律, 是視差觀測器之主要原理。

簡例

測量恒星之距離, 可利用之最長基綫~地球公轉軌道之直徑?

圖: $b = 2 \times 1.5 \times 10^{11}$ 米



$$\text{得: } \frac{\ell}{S} = \frac{d}{b}, \quad d = \frac{\ell}{S} b$$

3. 視差觀測器

① 構造

- a. 橫臂：有凹槽之直尺
- b. 參考針
- c. 照門
- d. 木板架

② 使用法

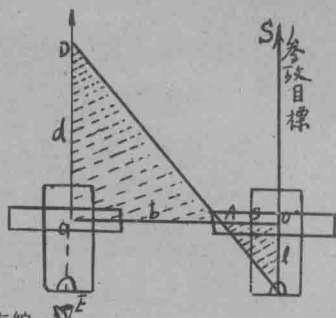
- a. 選擇無窮遠處之參考目標 S 。
- b. 眼睛由照門 E ，使 E, D, S 成一直線。
- c. 平移觀測器一段適當距離 (b)。
- d. 此時在 O' 處。由照門見參考目標不動，移動參考針使照門 E 、參考針 A 、待測物 D 成一直線。

③ 計算待測物距離 d

$\triangle DOA$ 與 $\triangle EO'A$ 相似

$$\frac{d}{b} = \frac{EO'}{O'A} = \frac{\ell}{S}$$

$$d = \frac{\ell}{S} b$$



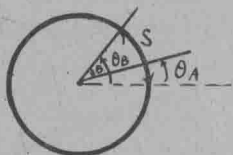
例題 13

若某人由北半球之緯度 θ_A 處走到 θ_B 處 ($\theta_B > \theta_A$)，其路程為 S ，設地球為球形，求地球半徑。

解： $\theta = \theta_B - \theta_A$

$$\theta = \frac{S}{r}$$

$$r = \frac{S}{\theta} = \frac{S \times 180}{(\theta_B - \theta_A) \pi} \quad (\text{弧度})$$



◎ 例題 14

吾人在北半球之 A 處，見恒星在仰角 a° 處，而在 B 處此恒星在仰角 b° 處，若 A, B 之距離 S ，求地球半徑。

解： $\theta = a - b \quad \theta = (a - b) \cdot \frac{\pi}{180} \text{ 弧度}$