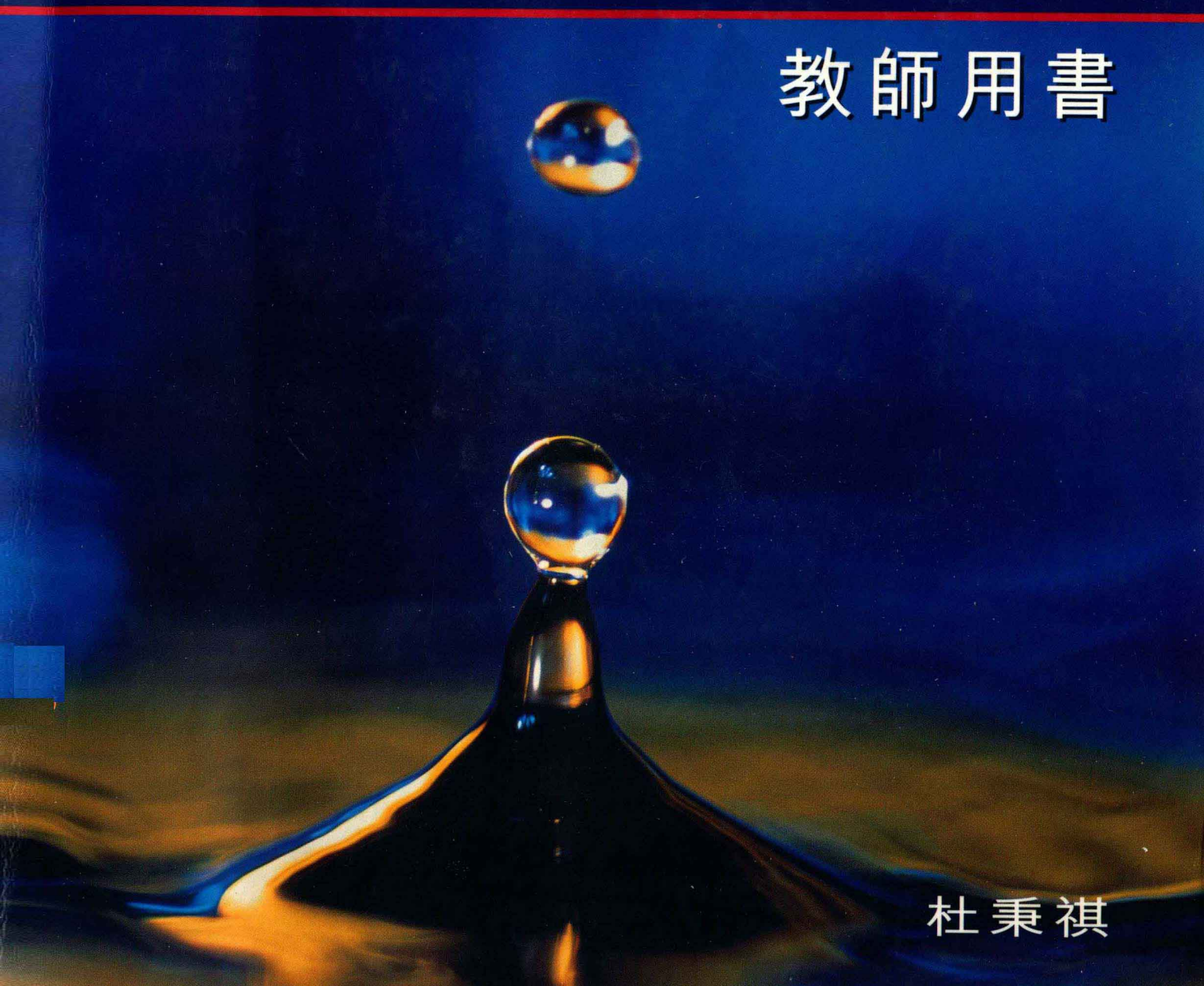


生活與物理

第二冊

第二版

教師用書



杜秉祺

生活與物理

第二冊

第二版

杜秉祺

教師用書

OXFORD
UNIVERSITY PRESS

牛津大學出版社



OXFORD

UNIVERSITY PRESS

牛津大學出版社隸屬牛津大學，出版業務遍佈全球，致力弘揚牛津大學推動優質研究、學術和教育的宗旨。

牛津 紐約

雅典 奧克蘭 曼谷 波哥大 布宜諾斯艾利斯 加爾各答
開普敦 馬德拉斯 達累斯薩拉姆 德里 弗羅倫薩 香港
伊斯坦布爾 卡拉奇 吉隆坡 馬德里 墨爾本 墨西哥城 孟買
奈羅比 巴黎 聖保羅 新加坡 台北 東京 多倫多 華沙

聯營公司：柏林 伊巴丹

OXFORD 為牛津大學出版社之註冊商標

生活與物理（第二版） 第一冊

© 牛津大學出版社 1995, 1999

第一次印刷 1999

印次（即最小之數字）

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

本書版權為牛津大學出版社所有。若非獲得本社書面允許，或能援引清晰的法律條文為據，或取得適當的複印版權機構認可，不得用任何方式抄襲及翻印本書任何部分的文字和圖片。如需翻印本書作其他用途，須事先致函下址向牛津大學出版社版權部查詢。
本書不得以異於本書原樣的裝訂方式或裝幀設計發行。凡使用本書者均受本條款和本書一切有關版權的條款約束。

ISBN 0 19 590601 2

教師用書

印次（即最小之數字）

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

ISBN 0 19 590926 7

封面照片

小水點自由下落到一池水中，形成水波。

出版：牛津大學出版社（中國）有限公司

香港鰂魚涌英皇道979號太古坊和域大廈東翼十八樓

印刷：香港

序 言

生活與物理（第二版）為香港中學物理課程而編寫，內容根據第一版作了大幅度修訂，不但配合香港考試局最新公佈的「中學會考物理科課程」，更能針對學生的學習需要。

本教材共三冊，第一冊的內容為光學和熱，第二冊為力學和波，而第三冊為電磁現象與電子學和原子物理。每冊包括課本、實驗手冊和多媒體光碟，另外更附有教師用書及多種教具以供教師使用。

課 本

課本能誘導學生逐步掌握課程大綱內的物理學概念及定律，並採用探究式的教學手法，來提高學生的自發性。課本經精心編排，使學生從實驗中領會物理定律的精髓。

課本的新特色：

- 在適當位置加入**實驗**的節錄，以供學生參考，並從而揭示相關的概念和定律。
- 生活中的物理所介紹的，都是應用物理學的例子，大都與我們生活息息相關，學生閱讀時必對物理學興趣大增。
- **歷史點滴**記載某些物理概念和定律的演變經過。
- **中國物理學**講述古代中國物理學的思想及發明，使學生更了解中國在科學上的貢獻，欣賞她源遠流長的文化。
- **補充資料**把有趣的課外知識灌輸給學生。
- **常見錯誤概念**把學生常犯的錯誤一一揭示，並講解糾正它們的方法。
- 課文中有充足的**例題**，示範遇到不同深淺、形式的題目時的解題方法。
- **多項選擇題**能即堂考核學生對物理學的基本概念的理解。
- **問題與思考、練習題及公開試題目**能鞏固學生的物理概念。
- **複習題**附在每部分的結尾，目的是使學生在各個章節中學到的知識得以融匯貫通。
- **總結**總括了整章課文的重點。
- **詞彙**列有所有常用及重要的物理學用字。
- 部分物理學用語附有英文翻譯，以作為課外知識之餘，更為某些升讀英語教學的預科班學生作預備。

實驗手冊

實驗手冊根據學生課本編排，其中的活動及實驗能引導學生思考，從而理解相關的物理概念和原理。手冊採用作業紙的格式，預留空位讓學生填寫答案、運算、記錄實驗結果、作圖及繪畫圖線。每項實驗的程序都清楚列明，更附有題目來刺激學生的思維，加深他們對實驗的理解。

多媒體光碟

多媒體光碟是電腦輔助學習的軟件，它能開闢一個以電腦為教授／學習的媒介，借助它不同的功能，幫助學生理解和掌握課本中的概念和定律。光碟內容會以文字、圖畫、聲效、動畫、錄像片段等形式表達，使學習過程變得獨特而有趣味。

多媒體光碟可分為四部分：

模擬程式所模擬的物理學現象、過程或實驗大都難於在實驗室或課室示範。使用程式時，學生只須改變程式中的變數，便可即時看到轉變的影響，從而了解當中的物理概念和定律。學生可跟隨程式的指示探究程式的精髓，也可用自己的方式去領悟。

錄像片段錄影了一些難於在實驗室進行的實驗或見到的現象。每段片段都放有一些問題，把片段觀賞完畢後，學生可嘗試回答問題，然後再和光碟提議的答案比一比。

詞語表列出了學生課本內的物理詞彙，並附以詳細解釋和英文翻譯的正確發音。

多項選擇題共分為三部分：課後練習、複習測驗和模擬考試（收錄在光碟三中）。學生從熒光幕選擇答案後，電腦會按他們的答案即時作回應，並統計他們在練習、測驗和考試中的得分，從而評核他們的表現。如答案錯誤，學生可要求提示，來引導他們找出正確的答案。

模擬程式、錄像片段和多項選擇題都與學生課本的內容密切聯繫，故課本的相關部分印有以下圖案作為標記：

模擬程式 

錄像片段 

多項選擇題 

圖片及資料鳴謝

本社已盡力追溯版權，如偶一不慎侵犯版權，合法之持有版權者請與本社接洽。本書蒙下列各機構提供圖片和資料，謹此致謝：

AsiaSat

p. 297 Fig 18.5a

Associated Sports Photography

p. 189 Fig 14.4b top left

Bettmann

p. 299 Fig 18.5e

Bodleian Library

p. 54 middle left

Camera Press

p. 150 Fig 13.2b; p. 156 Fig 13.2d

Caterpillar Far East Ltd.

p. 119 Fig 12.2c right

China Features

p. 206 Fig 15.1f

China Light & Power Co.

p. 189 Fig 14.4b bottom right

Crown Motors Ltd.

p. 188 Fig 14.4a

CUHK

p. 303

Environmental Protection

Department

p. 321

Fairfax Photo Library

P. 78 left

Ford (HK) Ltd.

p. 151 right

Government Laboratory

p. 87 top right

Griffin & George Ltd.

p. 6 Fig 9.1h; p. 225 Fig 16.1e

Hi-fi reviews

p. 324 bottom left

Hitachi (HK) Ltd.

p. 189 top right

Highways Department

p. 18 Fig 10.1a

HK Airport

p. 298 Fig 18.5b

HK Convention & Exhibition Centre

p. 121 Fig 12.2d

HK Police

p. 289 Fig 18.3d

HK Sports Development Board

p. 82 Fig 11.2q

HKTDC

p. 3 Fig 9.1c

HK Telecom

p. 293 Fig 18.4d; p. 297 bottom left

HKUST

p. 1; p. 2 Fig 9.1b

Lloyd's of London Press (Far East) Ltd.

p. 109; p. 111 top left

Lou bopp

p. 193 bottom

Jardine Photo Systems

p. 8 Fig 9.1j

KCRC

p. 324 Fig 19.4f

Minolta (HK) Ltd.

p. 289 Fig 18.3e

MTRC

p. 3 top left

NASA

p. viii; p. 67; p. 86; p. 93 Fig 11.3g; p.

98 Fig 11.4e; p. 179 Fig 14.2d; p. 288

Fig 18.3a; p. 311 Fig 19.1e

National Motor Museum

p. 81 Fig 11.2o

Nike (HK) Ltd.

p. 75 bottom left; p. 118 Fig 12.1a

Nissan HK Ltd.

p. 48 top

Ocean Park Corp.

p. 169; p. 185; p. 266

Philips Harris

p. 250 Fig 17.1a

Reebok (HK) Ltd.

p. 75 Fig 11.2d; p. 150 Fig 13.2a

Reuters

p. 18 bottom; p. 160 bottom

Salamanda Book Ltd.

p. 139; p. 147 top

Science Photo Library

p. 74 Fig 11.2a; p. 77 Fig 11.2I; p. 179

Fig 14.2e; p. 224 Fig 16.1a; p. 289 Fig 18.3b

SCMP

p. 118 bottom left; p. 175 bottom

Shell HK Ltd.

p. 82 Fig 11.2p; p. 94 Fig 11.4c

Shriro (HK) Ltd.

p. 118 Fig 12.2a

Solar Engineering Co.

p. 291 Fig 18.3i

Staliao Motors Ltd.

p. 22 Fig top

Volvo Car Corp.

p. 70 Fig 11.1f; p. 140 Fig 13.1a; p. 151

Whirlpool (HK) Ltd.

p. 299 Fig 18.5f

Zefa/H. Grathwohl

p. 6 Fig 9.1g

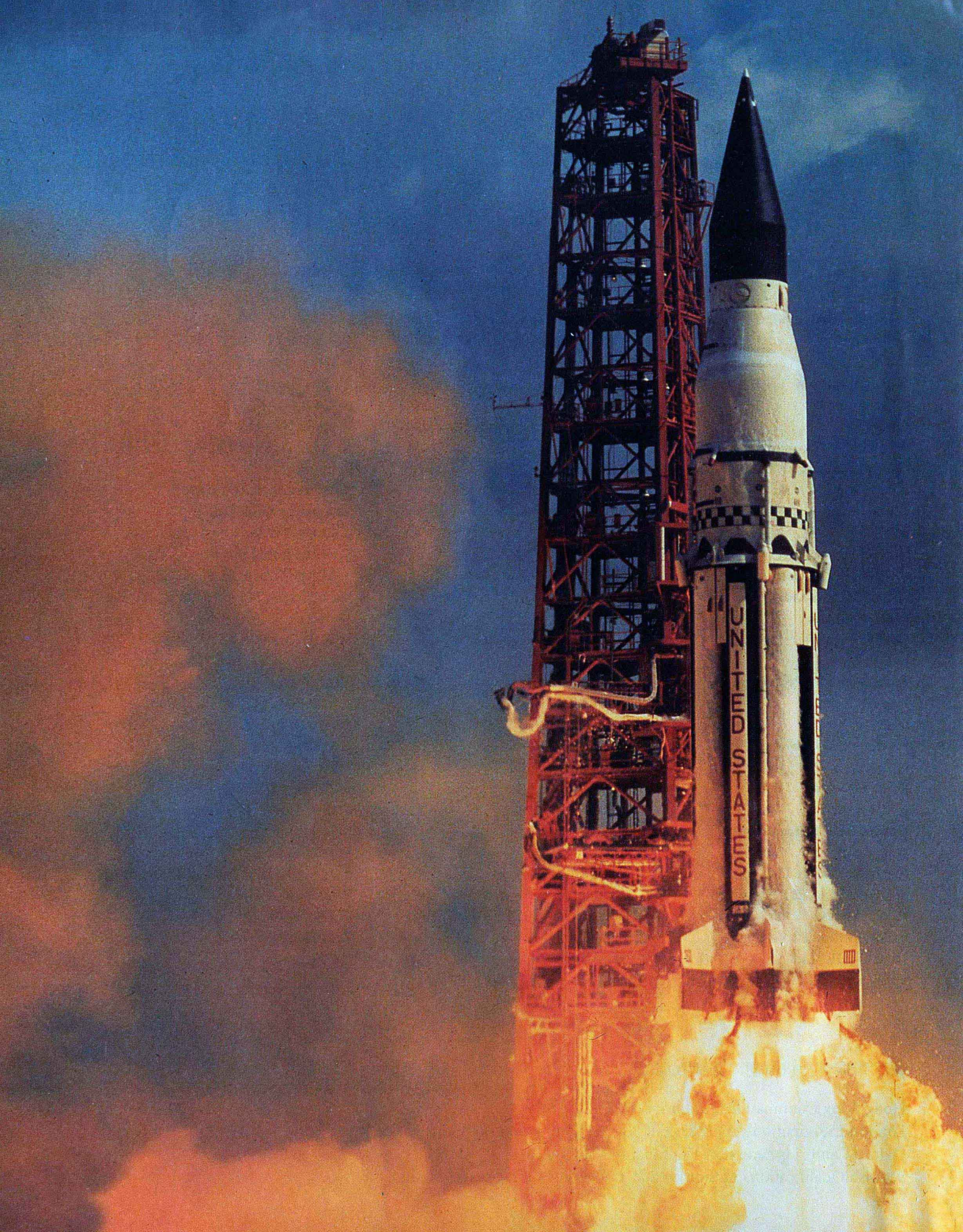
蒙下列機構提供試題，謹此致謝。

Hong Kong Examinations Authority (HKCEE)

London Examinations, A division of Edexcel Foundation (London)

Oxford Cambridge and RSA Examinations (O & C, MEG)

Scottish Qualifications Authority (SCE O-Grade, H-Grade, R/H-Grade)



第三部分

力學

9

時間與位移

10

速率、速度和加速度

11

慣性、力與運動

12

力

13

動 量

14

功、能量和功率

15

機 械

複習題

第三部分 力 學

力學所研究的是運動、力和能量。學生需要多做實驗，親自探究和體驗，才能掌握牛頓力學的基本概念。這也是本書採用以實驗為主的教學方法的原因之一。

光 碟

下面列出與本部分有關的模擬程式和錄像片段，在課本相關的部分也印有以下圖案作為標記。

模擬程式

- 9.1 距離與位移
- 10.1 平均速率與瞬時速率
- 10.2 利用紙帶打點計時器研究運動
- 10.3 紙帶圖
- 10.4 利用紙帶打點計時器研究沿斜面下滑時的加速度
- 10.5 頻閃照片
- 10.6 利用頻閃照片研究沿斜面下滑時的加速度
- 10.7 位移—時間關係線圖
- 10.8 速度—時間關係線圖
- 10.9 運動線圖
- 10.10 繪畫自己的速度—時間關係線圖
- 10.11 反應時間與剎車距離
- 10.12 分析自由落體的加速度
- 11.1 伽利略的假想實驗
- 11.2 摩擦力作用下的運動
- 11.3 終端速率
- 11.4 已補償摩擦的軌道
- 11.5 力與加速度
- 11.6 質量與加速度
- 11.7 駕駛太空船
- 11.8 向上拋出的小球
- 11.9 升降機內的表觀重量

- 12.1 力的合成
- 12.2 力的分解
- 12.3 力矩原理
- 12.4 平行力
- 13.1 小車的非彈性碰撞
- 13.2 小車的彈性碰撞
- 13.3 小車「彈開」實驗
- 13.4 探究非彈性碰撞
- 13.5 探究彈性碰撞
- 13.6 「牛頓搖籃」
- 13.7 運動中增加質量
- 13.8 運動中移走質量
- 13.9 衝量與動量
- 14.1 動 能
- 14.2 重力勢能
- 14.3 皮球上升和下降時的能量轉變
- 14.4 單擺的能量轉變
- 14.5 振盪中的質量的能量轉變
- 14.6 小車在非彈性碰撞時的動能
- 14.7 小車在彈性碰撞時的動能
- 14.8 小車「彈開」時的動能
- 15.1 簡單機械——槓桿
- 15.2 斜 面

錄像片段

- 10.1 「笨豬跳」
- 11.1 沒有繫上安全帶！
- 11.2 無摩擦運動
- 11.3 跳 傘
- 11.4 月球上的重力
- 11.5 太空中的無重狀態
- 11.6 無 重
- 11.7 升降機內的表觀重量

- 12.1 向量的合成
- 13.1 汽車的變形區域
- 13.2 安全帶的張緊器
- 13.3 安全氣囊
- 13.4 風扇車
- 14.1 「笨豬跳」中的能量轉變
- 15.1 汽車用起重器

目 錄

第三部分 力 學

第九章 時間與位移

建議習題詳解

9.1 時 間

2 (351)

9.2 距離與位移

9 (351)

總結及詞彙

14 —

練習題

15 (351)

第十章 速率、速度和加速度

10.1 運動的描述

18 (352)

10.2 研究運動

24 (352)

10.3 運動關係圖線

36 (353)

10.4 運動方程

46 (355)

10.5 自由落體的加速度

53 (356)

總結及詞彙

61 —

練習題

62 (356)

第十一章 慣性、力與運動

11.1 慣 性

68 (359)

11.2 摩擦力

74 (359)

11.3 力與運動

83 (359)

11.4 質量與重量

94 (360)

總結及詞彙

102 —

練習題

103 (360)

第十二章 力

12.1 力的向量性

110 (362)

12.2 壓 強

118 (363)

12.3 轉動的力

122 (363)

總結及詞彙

133 —

練習題

134 (363)

第十三章 動 量

13.1 動量守恆

140 (365)

13.2 衝 量

150 (366)

13.3 作用力與反作用力

157 (366)

總結及詞彙

165 —

練習題

166 (367)

第十四章 功、能量和功率

14.1 功與能量

170 (368)

14.2 動能與勢能

174 (369)

14.3 能量的轉變

180 (369)

14.4 功 率

188 (370)

總結及詞彙

194 —

練習題

195 (371)

第十五章	機 械	
	15.1 簡單機械	202 (372)
	15.2 汽車的功率和效率	210 (373)
	總結及詞彙	212 —
	練習題	212 (373)

複習題——力 學		215 (374)
-----------------	--	-----------

第四部分 波

第十六章	波 動	
	16.1 橫波與縱波	224 (375)
	16.2 粒子運動與波動	231 (375)
	16.3 駐 波	239 (376)
	總結及詞彙	245 —
	練習題	246 (376)

第十七章	水 波	
	17.1 直線脈衝與圓形脈衝	250 (377)
	17.2 連續波	256 (377)
	17.3 波的性質	262 (377)
	總結及詞彙	275 —
	練習題	276 (378)

第十八章	光波與電磁波	
	18.1 光的波動性	280 (378)
	18.2 電磁波譜	285 (379)
	18.3 紅外輻射與紫外輻射	288 (379)
	18.4 無線電波	292 (379)
	18.5 微 波	297 (379)
	18.6 X射線與伽瑪射線	301 (379)
	總結及詞彙	304 —
	練習題	305 (379)

第十九章	聲 音	
	19.1 聲 波	310 (380)
	19.2 聲 速	316 (380)
	19.3 聲音的接收	318 (381)
	19.4 超聲波	323 (381)
	總結及詞彙	327 —
	練習題	328 (381)

複習題——波		331 (381)
---------------	--	-----------

時間與位移



放在香港科技大學這件藝術品其實是個計時器。下次當你到那裏參觀時，想想它是怎樣量度時間的。

9 時間與位移

9.1

時間

力學研究的是運動、力和能量。要研究運動，就要知道物體改變位置的快慢程度，因此我們必須掌握量度時間與距離的方法。

這階段只需指出秒的定義是以鉀原子的振動頻率為基準，沒有必要提及更精確的定義。

時間的單位

在國際單位制* (SI 制) 中，時間 (time) 的單位是秒 (second)，符號為 **s**。從前，秒的定義是一年的若干分之一，不過現在採用更為精確的定義，是以鉀原子的振動頻率為基準。時間的其他單位均為秒的倍數，例如：分、小時、日、週、月和年等。

計時器

人類發明過各式各樣的時計，最古老的如日規、沙漏、銅壺滴漏，或現代的如石英錶。圖 9.1a 顯示部分早期的計時器。

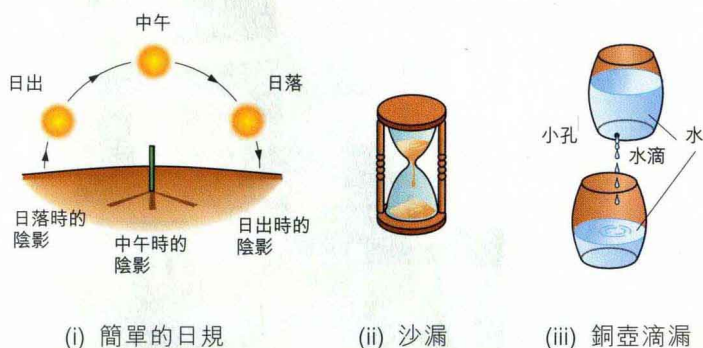


圖 9.1a 部分早期的計時器

你有沒有見過香港科技大學的日規（圖 9.1b）？



圖 9.1b 香港科技大學的日規

* 國際單位制 (SI 制) 包括一系列國際通用的單位，供科學研究之用。

最精確的計時器是鉀原子鐘，它以鉀原子的振動為調節基準，精確度高達每 3000 年只有 1 秒的誤差！

生活中的物理

香港地下鐵路公司的計時器

香港地下鐵路公司的總部安裝了一座銨原子鐘作為主鐘，它控制了地下鐵路系統的其餘超過 1200 個副鐘。



香港地下鐵路公司總部的銨原子鐘



地鐵站月台的副鐘

提醒學生啟動和按停秒錶時都有機會產生誤差。

量度短暫的時間間隔

強調鐘並不是計時器，它只能量度時間，不能量度時間間隔。

秒錶

秒錶 (stop-watch) 是用來量度時間的間隔 (圖 9.1c)。使用秒錶時，從看到現象發生到用手啟動 (或按停) 秒錶之間總有一段時差，這會產生一定的量度誤差，這種誤差稱為反應時間誤差。反應時間 (reaction time) 是因人而異的，一般人的約為 0.2 秒，所以秒錶不適宜用來量度非常短的時間間隔。

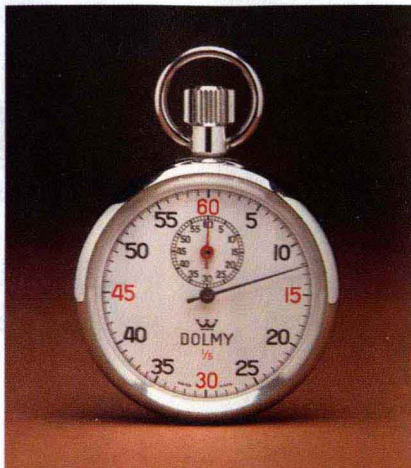


圖 9.1c 秒錶

例題 1

一女孩用秒錶量度一塊石頭從某高度下墜至地面所需的時間，她所得的結果為 1.1 s。如果該女孩的反應時間是 0.2 s，可能出現的百分誤差是多少？

題解

啟動秒錶時的可能誤差 = 0.2 s

按停秒錶時的可能誤差 = 0.2 s

⇒ 合起來的可能誤差

$$= 0.2 \text{ s} + 0.2 \text{ s} = 0.4 \text{ s}$$

∴ 可能的百分誤差

$$= \frac{0.4 \text{ s}}{1.1 \text{ s}} \times 100\% = 36\%$$

由於百分誤差太大，所以秒錶的讀數是不可靠的。

計時—計數器集計時器和計數器於一身。
計時器用於量度精確至毫秒(ms)的時間
間隔，計數器則量度放射現象的計數率。

計時—計數器

在實驗室裏，一般是用計時—計數器 (timer-scaler) (圖 9.1d) 來量度精確至毫秒 (ms, $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$) 的時間間隔的。要啟動或停止計時—計數器，可以用電觸點開關，也可以用遮擋光束的方法。這樣便可以避免了因反應時間而引起的誤差。

計時—計數器也應用於研究放射現象的實驗。(見第 3 冊第 26 章與第 27 章)

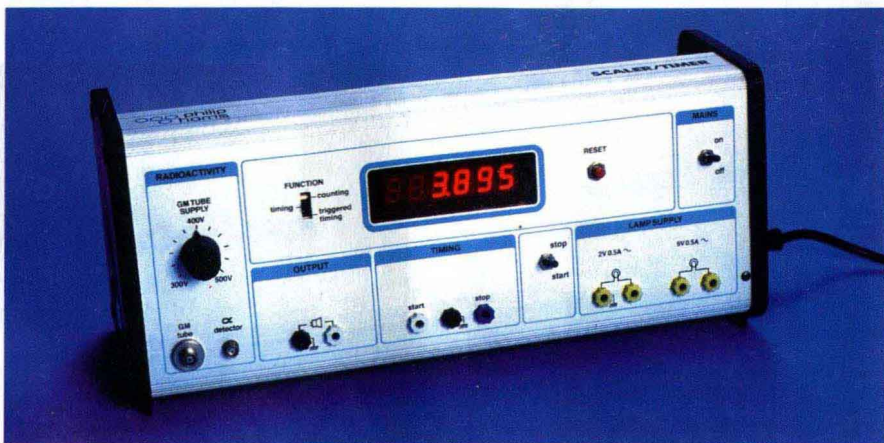


圖 9.1d 計時—計數器：精確度達千分之一秒

計時—計數器的工作原理將在第 3 冊的
第 23 章中說明。

紙帶打點計時器

圖 9.1e 所示為紙帶打點計時器 (ticker-tape timer)。它是用 50 Hz 低壓交流電源操作的。紙帶打點計時器的主要部分是一個振動器，它以每秒 50 點的頻率打出黑點。在計時器運作時拉動紙帶，計時器便會在紙帶上打上黑點。只要計算在紙帶上的點數，便可以知道拉過紙帶所用的時間。

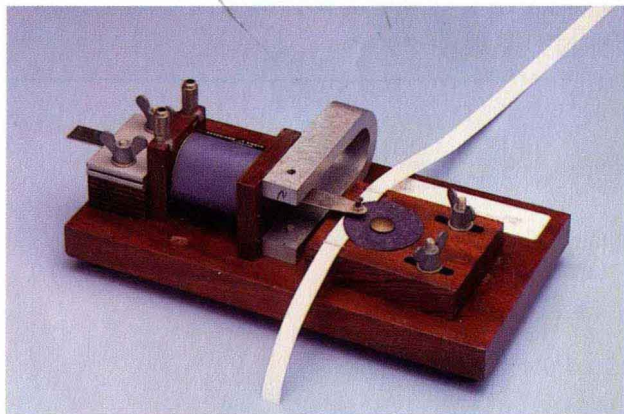


圖 9.1e 兩種紙帶打點計時器

紙帶上相鄰兩點之間的時間間隔稱為一「格」。

$$1 \text{ 格} = \frac{1}{50} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$$

提醒學生 5 格的時間間隔應用 6 點來顯示。為避免混亂，可先把第 1 點標記為 0，第 2 點為 1，第 3 點為 2，如此類推。

圖 9.1f 所示的紙帶有 5 格，所用的時間為 $5 \times 0.02 \text{ s}$ 或 0.1 s 。要注意 5 格的時間間隔要用 6 點顯示，為避免混亂，應將第一點標記為零。

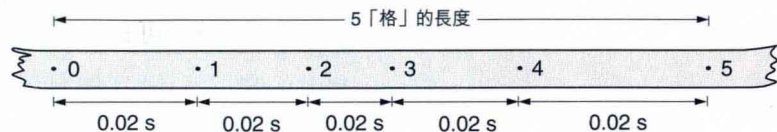
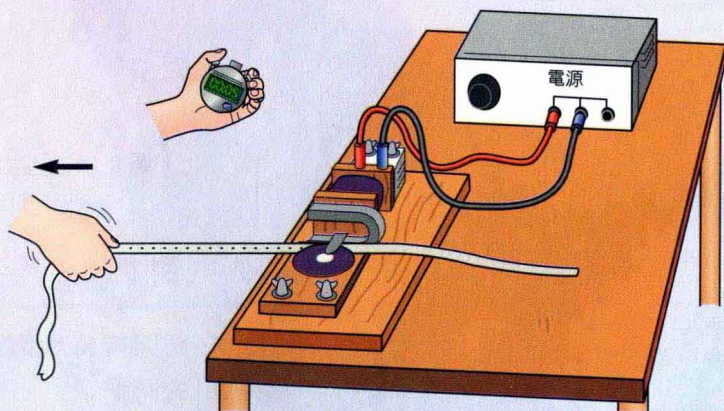


圖 9.1f 有 5 格的打點計時器紙帶

在量度各點之間的間隔時，更可求得物體移動的距離。這樣，打點計時器同時記錄了物體移動的距離及其所用的時間，因此非常適合用來研究物體的運動。

實驗 9A 紙帶打點計時器

裝置紙帶打點計時器，將一條長紙帶穿過碳紙盤下方。當計時器運行時，拉動紙帶通過計時器，用秒錶計時，5 s 後停止動作。檢查紙帶上標記的點，數出紙帶上有多少格，並且計算每格的時間間隔。



例題 2

為量度 1 s 鐘內紙帶打點計時器打出的點數，某同學用 5.0 s 的時間將紙帶拉過計時器，結果紙帶被打上 245 點。問該打點計時器每秒鐘在紙帶上打多少點？為甚麼每秒鐘打的不是 50 點？

題解

在 5.0 s 內，紙帶上打有 245 點。

$$\text{每 1 s 內打的點數} = \frac{245}{5.0} = 49$$

紙帶打點計時器是由 50 Hz 交流電源操作的，每秒鐘應該在紙帶上打 50 點。誤差是由以下原因引起的：

- 某些點靠得太近造成計算錯誤；
- 使用秒錶時的反應時間誤差。

頻閃計時器的工作原理與紙帶打點計時器的相似。頻閃照片的像相當於紙帶打點計時器紙帶上的點，像與像之間的距離則相當於點與點之間的距離。

頻閃計時器（頻閃照相法）

圖 9.1g 所示為體操運動員打空翻時的頻閃照片 (stroboscopic/strobe photograph)。拍照時使用的頻閃燈 (圖 9.1h) 每秒閃動 20 次，在體操運動員起跳的同時啟動頻閃燈拍下這組照片。計算頻閃照片上像的數目，便可知道運動員由開始打空翻到完成動作所用的時間。



圖 9.1g 體操運動員打空翻時的頻閃照片



圖 9.1h 頻閃燈

例題 3

已知頻閃燈每秒閃動 20 次，求圖 9.1g 中體操運動員打空翻所用的時間。

題 解

頻閃燈的閃光頻率 = 每秒 20 次

∴ 兩個相鄰影像間的時間間隔

$$= \frac{1}{20} \text{ s} = 0.05 \text{ s}$$

像的數目 = 30

∴ 第 1 個像至第 30 個像的時間間隔

$$= (30 - 1) \times 0.05 \text{ s} = 1.45 \text{ s}$$

體操運動員打一次空翻需時 1.45 s。