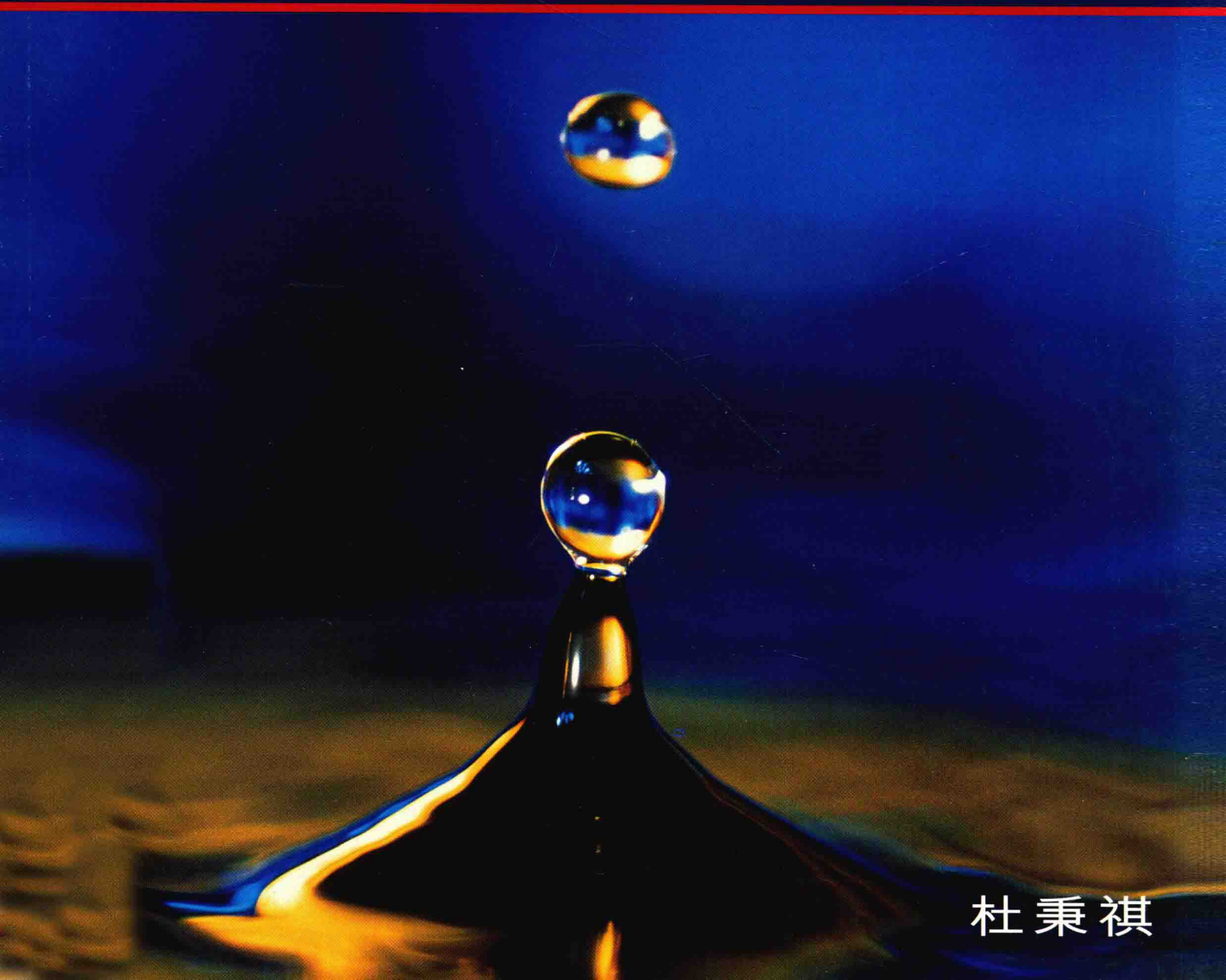


生活與物理

實驗手冊 第二冊

第二版



杜秉祺

生活與物理

實驗手冊 第二冊

第二版

杜秉祺

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） 第二冊

© 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 590770 1

封面照片：

由煙囪噴出的熱氣把陽光折射，使太陽的像變的搖晃不定。

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）實驗手冊根據最新頒佈的「中學會考物理科課程」編寫而成，實驗和活動能配合課本內容，引導學生思考，使他們理解相關的物理概念和定律。

實驗手冊採用作業紙的形式，清楚地列出各個步驟。每個實驗都有具探索性的問題，引導學生思考；更附有立體圖畫，清楚顯示實驗的裝置。此外，書中預留空位，讓學生填寫答案、運算、記錄實驗結果、繪畫草圖和線圖。

雖然實驗中的指示都明確清晰，但教師應鼓勵學生發問，並盡量進行由學生構思的實驗。

本書附有教師用書，為教師及實驗室技術員提供技術性的指導。

目 錄

第三部分 力 學

第九章 時間與位移

9A 紙帶打點計時器	1
------------	---

第十章 速率、速度和加速度

10A 利用紙帶打點計時器研究物體的運動	3
10B 沿斜面下滑物體的加速度	6
10C 分析 100 米賽跑	9
10D 「硬幣與羽毛」的實驗	12
10E 量度自由落體的加速度	14

第十一章 慣性、力與運動

11A 小球滾「下山」和「上山」	17
11B 無摩擦運動	19
11C 平衡力作用下的運動	21
11D 加速度與力	23
11E 加速度與質量	27
11F 慣性與質量	31

第十二章 力

12A 力的合成	32
12B 力的轉動效果	34
12C 力矩原理	36

第十三章 動 量

13A 非彈性碰撞	38
13B 彈性碰撞	41
13C 小車「彈開」實驗	43
13D 碰碰球	45
13E 高空墮物可以致命	47
13F 成對的力	50

第十四章 功、能量和功率

14A 單擺的能量轉變	53
14B 碰接過程中的能量轉換	55

第十五章 機 械

15A	槓桿	57
15B	斜面	59
15C	汽車用起重器	61

第四部分 波

第十六章 波 動

16A	橫向脈衝與橫波	62
16B	縱向脈衝與縱波	64
16C	橫波模型	66
16D	縱波模型	69
16E	彈簧上的駐波	71
16F	橫駐波模型	73
16G	橡皮繩上的橫駐波	75

第十七章 水 波

17A	水波槽中的脈衝	76
17B	脈衝的反射	78
17C	「凝住」波動圖形	81
17D	水波的反射	82
17E	水波的折射	84
17F	水波的繞射	86
17G	水波的干涉	88

第十八章 光波與電磁波

18A	光的繞射	90
18B	光的干涉	92
18C	可見光譜	94
18D	紅外輻射	96
18E	紫外輻射 (選擇性實驗)	97
18F	微波	98

第十九章 聲 音

19A	聲音的干涉	101
19B	樂音	102

9A 紙帶打點計時器

認識紙帶打點計時器的運作原理，並且掌握它的使用方法。

實驗器材

紙帶打點計時器

紙帶

電源 (0-12 V、交流/直流兩用)

秒錶

- 1 仔細觀察紙帶打點計時器。將計時器開動，然後再作觀察。
- 2 把一條長紙帶穿過打點計時器的圓形碳紙盤下方，將計時器開動，在 5 s 內緩慢地拉動紙帶通過計時器，應用秒錶計時 (圖 9A-1)。

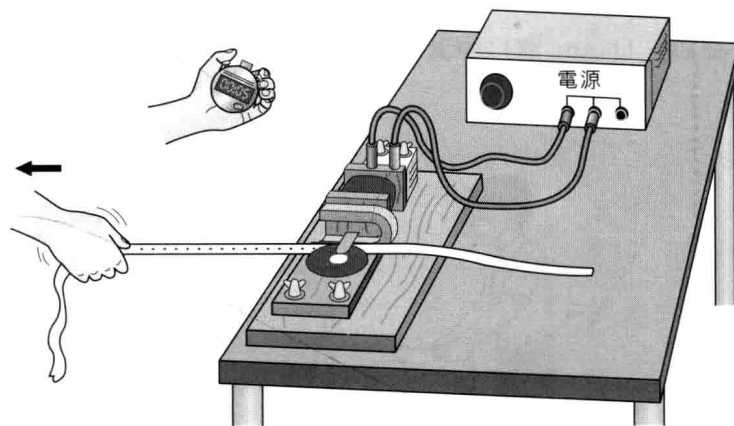


圖 9A-1

- 3 檢查計時器打出的點。兩相鄰的點之間的時間間隔稱為一「格」。數算紙帶上的點數，並且根據點數求出一格的時間有多長。

實驗結果：

5 秒內所做成的「格」數 =

1 秒內所做成的「格」數 =

計時器 1 秒內打.....點。

⇒ 1「格」代表的時間 = s。

- 4 老師在相隔約 1 分鐘的時間內拍掌兩次，同學用紙帶打點計時器量度兩次拍掌之間的時間間隔。

紙帶上的「格」數 =

⇒ 兩次拍掌之間的時間間隔 =「格」 = s。

小 結

- 1 紙帶打點計時器以每秒.....點的頻率在穿過計時器的紙帶上打點。
- 2 相鄰的兩個點之間的時間間隔稱為.....，它表示.....秒。

10A 利用紙帶打點計時器研究物體的運動

研究物體的運動並利用打點計時器量度運動物體的速度。

實驗器材

紙帶打點計時器

紙帶

電源 (0–12 V、交流／直流兩用)

米尺

剪刀

膠水

記錄物體的運動

- 1 裝置紙帶打點計時器，並把一條長紙帶穿過其中（圖 10A-1）。啟動計時器，然後以時快時慢的速率拉動紙帶。

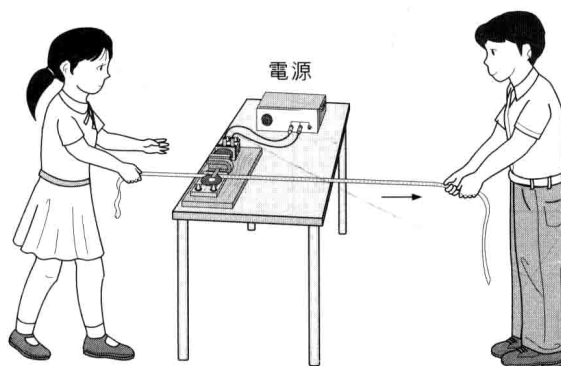


圖 10A-1

- 2 檢查紙帶上的點。如果開始時的幾點排得太密，可以把它們忽略，再在清楚分隔開的點旁標記 0、5、10、15 等，並每 5 格作個標記，作為分隔（圖 10A-2）。計算紙帶上打出的點數。

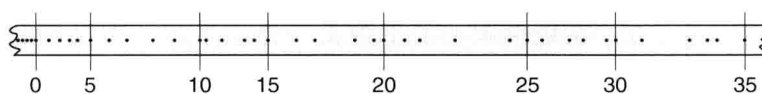


圖 10A-2

- 3 量出第一點與最後一點之間的距離，據此計算紙帶運動（也是拉動紙帶的手或人的運動）的平均速率。

經過的總距離 = m

經歷的時間 = 格 = s

$$\Rightarrow \text{平均速率} = \frac{\text{經過的總距離}}{\text{經歷的時間}} = \dots\dots\dots \text{m s}^{-1}$$

- 4 將連續的 5 格作為一段，量度每一段的長度，計算各段的平均速率。

$$\text{每 5 格所表示的時間} = \frac{5}{50} \text{ s} = 0.1 \text{ s}$$

時間間隔 / s	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5
運動的距離 (紙帶長度) / cm					
平均速率 / cm s ⁻¹					

時間間隔 / s	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0
運動的距離 (紙帶長度) / cm					
平均速率 / cm s ⁻¹					

紙帶圖

- 5 將紙帶按每 5 格一段剪下來，依次序排放好，貼在圖 10A-3 中，便製成一紙帶圖。
- 6 研究紙帶圖的形狀。標明速率的最高和最低點，以及速率增大、減少的階段。

速率——時間關係線圖

- 7 在紙帶圖的底部繪畫一條水平線，即為時間軸。每段紙帶的寬度表示 0.1 s，據此對時間軸進行標度。

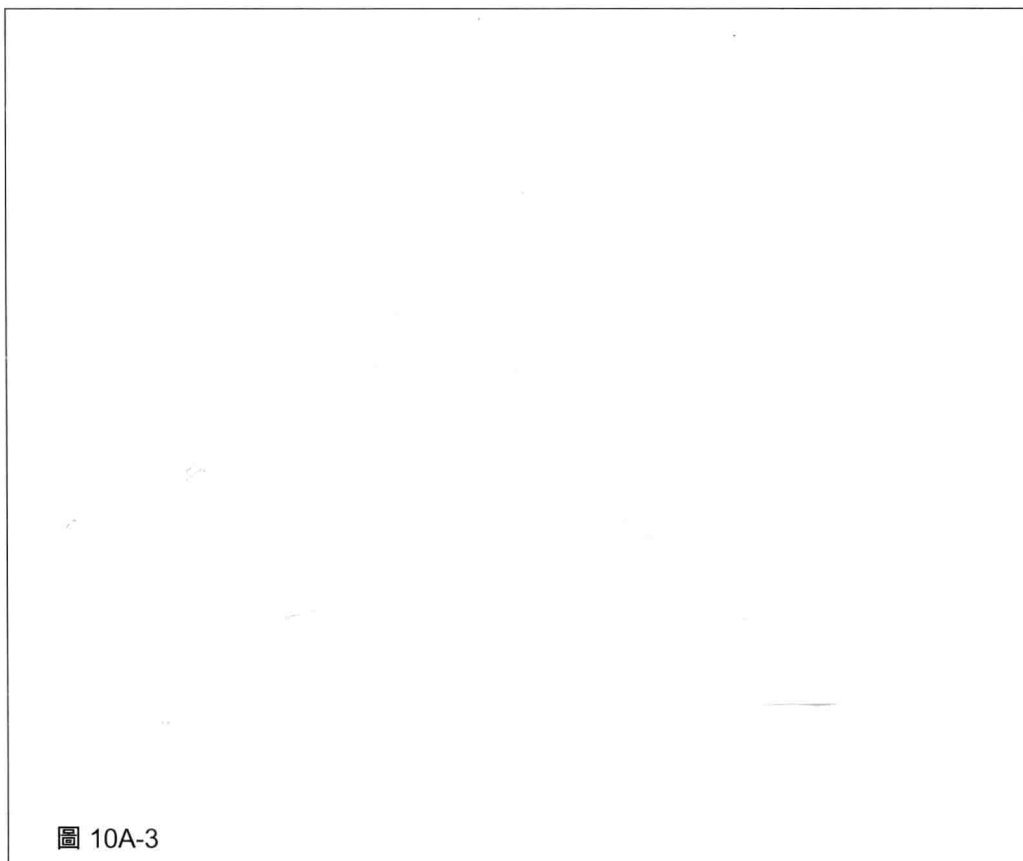


圖 10A-3

- 8 在紙帶圖的最左端繪畫一條垂直線，即為**速率軸**。這一軸上：

1 cm 的長度表示的速率是 $\frac{1 \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} = 10 \text{ cm s}^{-1}$ ；

2 cm 的長度表示的速率是 $\frac{2 \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} = 20 \text{ cm s}^{-1}$ ；等等。

按這一比例對速率軸進行標度。

- 9 繪畫一條順滑的曲線，使它穿過每段紙帶頂部的中點，這就是描述運動的**速率——時間關係線圖**。

小 結

- 1 打點計時器可以記錄運動.....和.....。
- 2 將紙帶每 5 格為一段剪開，再按次序並排，就成為一幅紙帶圖。用各段紙帶的長度除以 0.1 秒，便得出各段紙帶的平均速率。
- 3 紙帶圖可以轉成.....線圖。

10B 沿斜面下滑物體的加速度

用紙帶打點計時器研究小車沿着斜面下滑的運動。

實驗器材

紙帶打點計時器

電源 (0-12 V、交流／直流兩用)

紙帶

小車

軌道

剪刀

膠水

膠紙

- 1 如圖 10B-1 所示裝置實驗器材。調整跑道的傾斜度，使小車能沿着斜面下滑時越來越快。

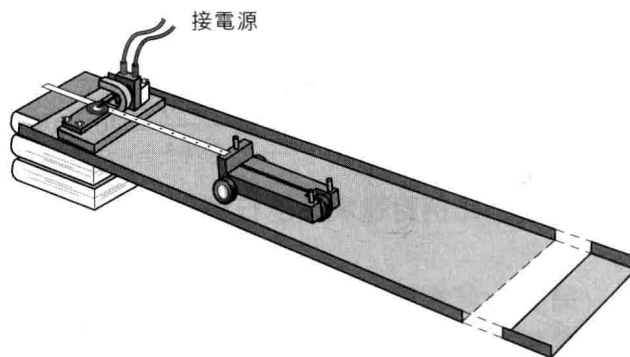


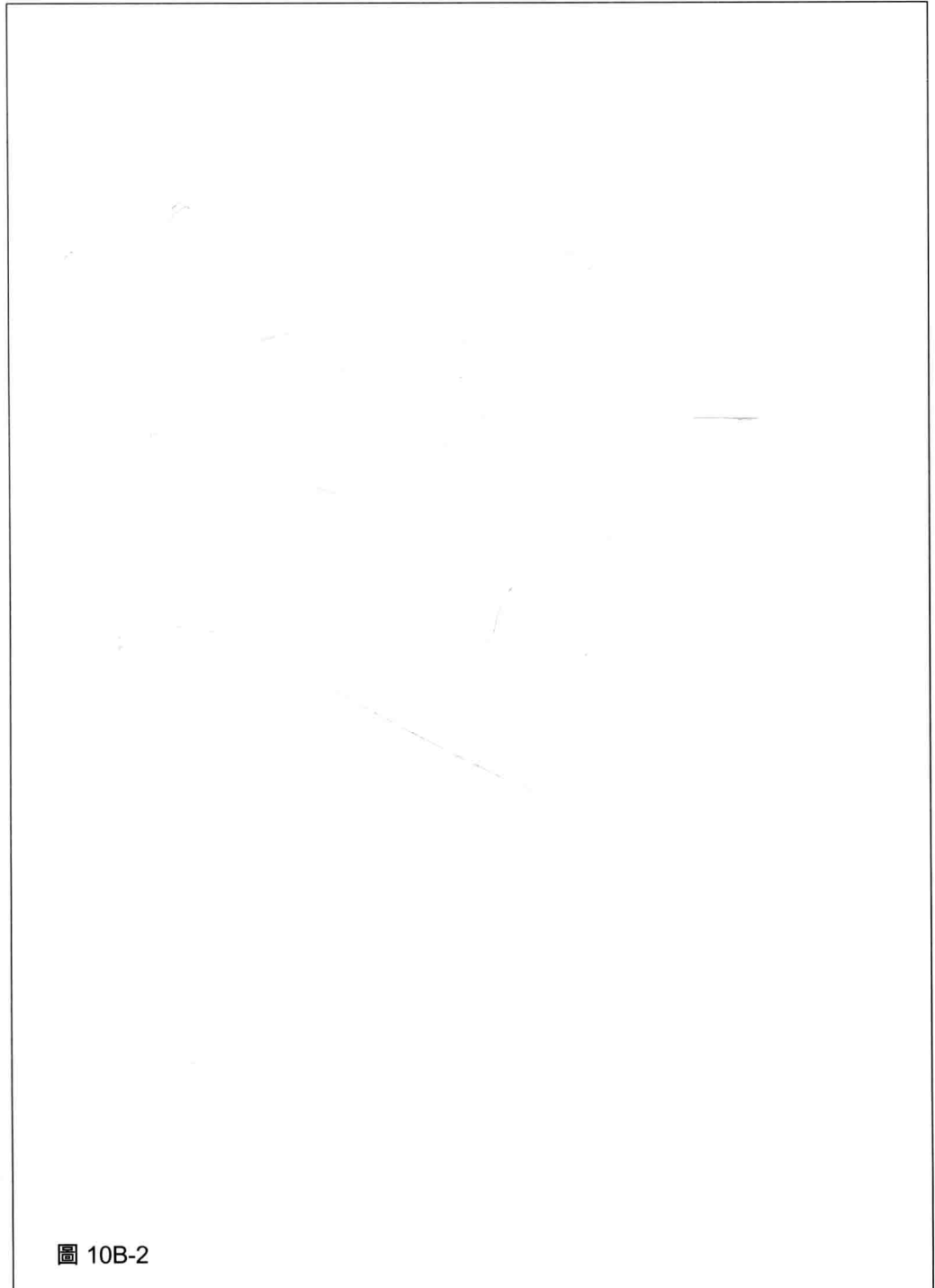
圖 10B-1

- 2 開動紙帶打點計時器，讓小車沿着跑道下滑，並取得記錄小車運動的紙帶。檢查紙帶上的點是否符合要求。

- 3 開始時的幾點如果靠得太近，可以被忽略。以每 5 格為一段剪開紙帶，並排貼在圖 10B-2 上，成為紙帶圖。

紙帶圖上的紙帶長度.....（均勻地／不均勻地）遞增。

這表明小車以.....加速度沿着斜面下滑。



- 4 在紙帶圖中選出兩段紙帶，其中一段描述小車剛開始時的運動（第一段），另一段描述運動將結束時的情況（第 n 段）。如圖 10B-3 所示，用下面所示的方法計算加速度：

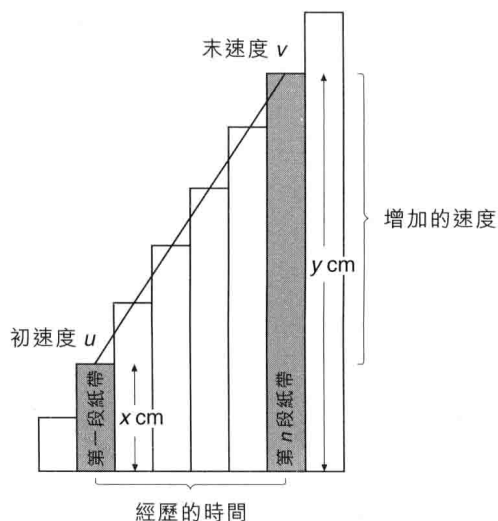


圖 10B-3

第一段紙帶長度

$$x = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

初速度

$$u = \frac{x \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} = \dots\dots\dots \text{ cm s}^{-1}$$

第 n 段紙帶長度

$$y = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

末速度

$$v = \frac{y \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} = \dots\dots\dots \text{ cm s}^{-1}$$

速度改變量

$$= v - u = \dots\dots\dots \text{ cm s}^{-1}$$

經歷的時間

$$t = (n - 1) \times 0.1 \text{ s} = \dots\dots\dots \text{ s}$$

⇒ 加速度

$$a = \frac{(v - u)}{t} = \dots\dots\dots \text{ cm s}^{-2}$$

小 結

- 1 沿着斜面下滑的小車以.....的加速度運動。
- 2 從紙帶圖求出在一段已知時間內的.....的改變量，可計算出小車的加速度。

10C 分析 100 米賽跑

利用運動線圖分析約翰遜 (Ben Johnson) 在一次 100 m 賽跑中的整個過程。

- 約翰遜於 1987 年世界田徑錦標賽中 (圖 10C-1) 締造 9.83 s 的男子 100 m 賽跑世界記錄*，他比賽時的資料數據正如下表所示。表 10C-1 列出約翰遜完成 10 m、20 m、…… 100 m 所用的時間。

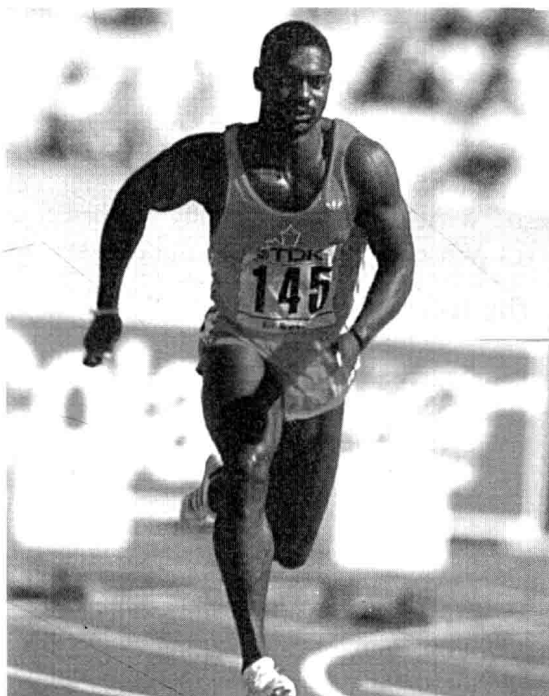


圖 10C-1

距離 / m	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
時間 / s	1.86	2.87	3.80	4.66	5.55	6.38	7.21	8.11	8.98	9.83
時間間隔 / s	0 1.86	1.86 2.87	2.87 3.80	3.80 4.66	4.66 5.55	5.55 6.38	6.38 7.21	7.21 8.11	8.11 8.98	8.98 9.83
平均速度 / m s^{-1}										
時間間隔的中點 / s										

表 10C-1

- 2 在圖 10C-2 中繪畫出約翰遜賽跑時的 $s-t$ 線圖。

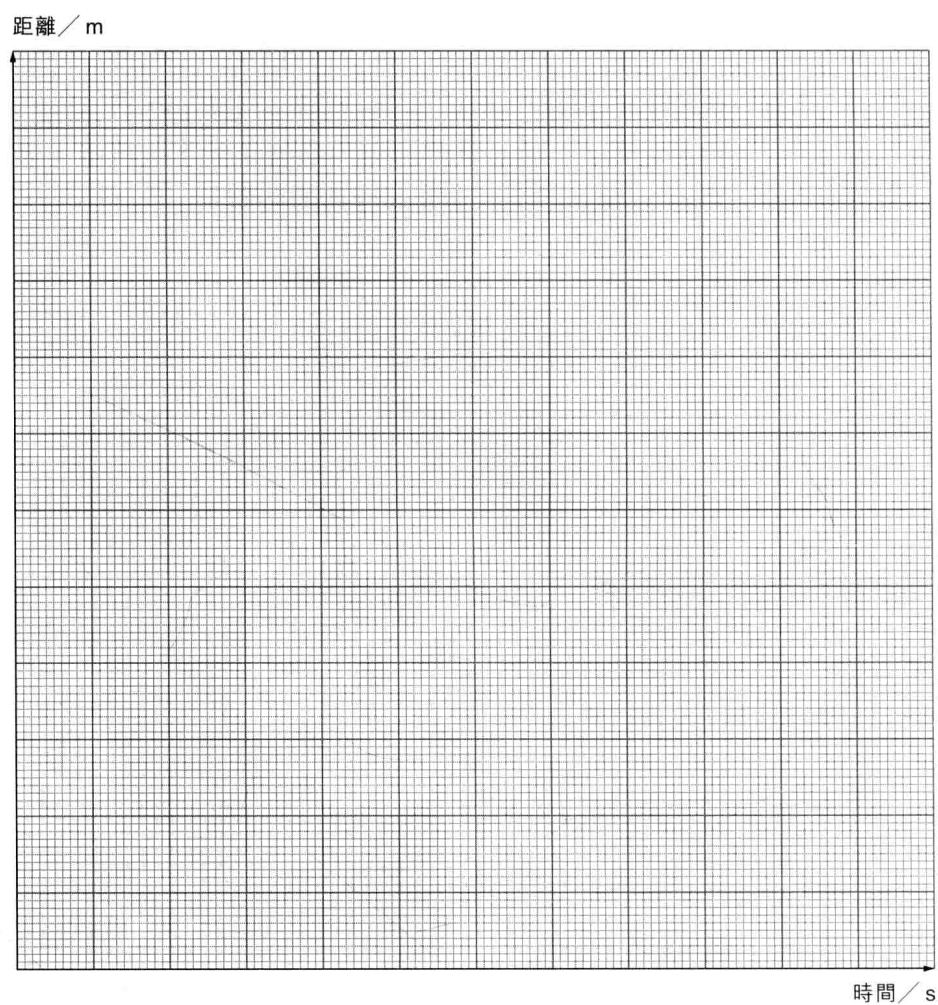


圖 10C-2

從線圖可得出甚麼結論？

3 首 10 m 的平均速度 = $\frac{10 \text{ m}}{1.86 \text{ s}} = 5.38 \text{ m s}^{-1}$

次 10 m 的平均速度 = $\frac{10 \text{ m}}{(2.87 - 1.86) \text{ s}} = 9.90 \text{ m s}^{-1}$

根據表中數據計算其餘 10 m 間距的平均速度，將結果填入表 10C-1 中。

- 4 把各個平均速度視作相應時段的中點速度，換言之， 5.38 m s^{-1} 這一速度當作是 $\frac{1}{2} (1.86 - 0) \text{ s}$ 即 0.93 s 時的速度； 9.90 m s^{-1} 這一速度為 $[1.86 + \frac{1}{2} (2.87 - 1.86)] \text{ s}$ 即 2.37 s 時的速度等等。求出各中點時刻的速度，並且將結果填入表中。
- 5 在圖 10C-3 中繪畫出約翰遜賽跑時的 $v-t$ 線圖。

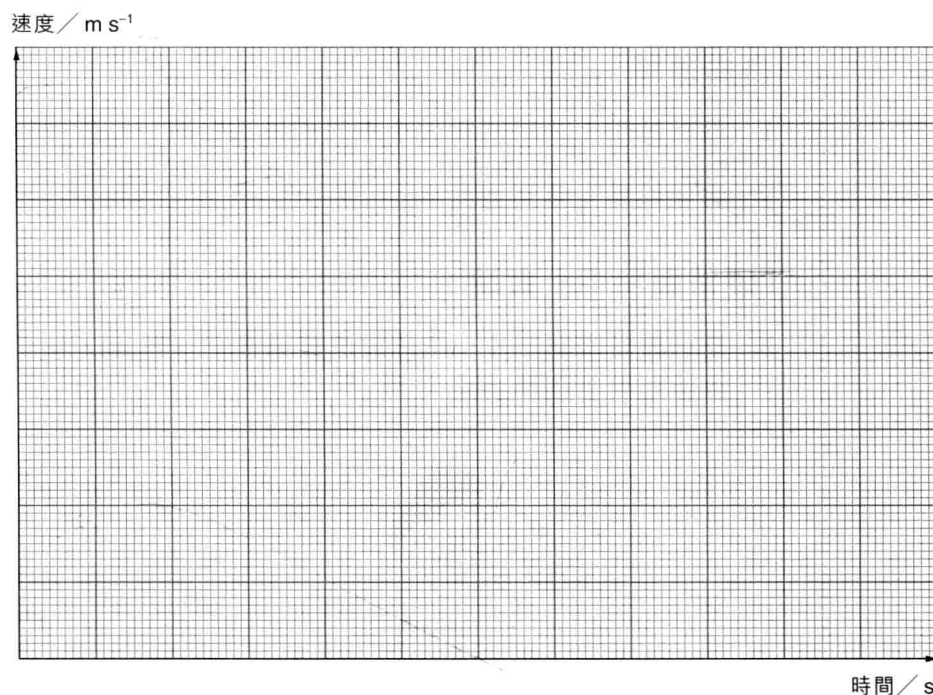


圖 10C-3

從線圖可得出甚麼結論？

.....

.....

.....

- * 後來在 1988 年漢城奧林匹克運動會中，約翰遜被揭發服用違禁藥物，結果他在 1987 年世界田徑錦標賽及 1988 年漢城奧林匹克運動會中所締造的 100 m 世界記錄都被取消。