

PSSC

高中物理總複習

下冊

附 O, S, N 組測驗題

編者

張崇愷 黃興宙

吳友仁校訂

東華書局印行



版權所有·翻印必究

中華民國五十七年一月初版

中華民國七十二年十月十日版

P. S. S. C 高中物理總複習 (全二冊)

下冊 定價新台幣壹百貳拾元整

(外埠酌加運費滙費)

校訂者	吳友仁
編著者	張崇愷 黃興宙
發行人	卓鑫淼
出版者	臺灣東華書局股份有限公司 臺北市博愛路一〇五號 電話：3819470 郵撥：6481
印刷者	中臺印刷廠 臺中市公園路三十七號

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號

(56014)

G 634.7
883
2

S 015968

編輯要旨

本書以 1965 年出版之 PSSC 物理(第二版)為編輯依據,全書計分下列六大部門:

- 一、理論摘要: 根據 PSSC 物理第二版按章整理要點。
- 二、習題及詳解: 將 PSSC 物理第二版教師手冊 (Teacher's Guide) 有關習題及詳解全部編譯列入。
- 三、測驗題彙編及詳解: 搜集美國教育測驗局 (Educational Testing Service) 印行之 PSSC 物理 O 組及 S 組之測驗題全部, 且搜集其他重要測驗題列入, 各題均有詳解。
- 四、N 組測驗題及詳解: 美國教育測驗局印行之 PSSC 物理 N 組測驗題及詳解全部。
- 五、補充題及詳解: 係 PSSC 物理第一版之習題而為第二版所無者, 其中並包括第一版教師手冊第五部之補充問題。
- 六、歷屆大專聯考物理試題及詳解。

本書編輯年餘, 堪稱最完整之 PSSC 物理參考書, 惟疏漏之處, 在所難免, 尚祈讀者不吝指教, 以求完整。

石景宜先生贈書
編者謹識
年 月 五十七年三月



S9000303

物理總複習

下冊目次

理論摘要及習題詳解

- 第十九章 牛頓運動定律..... 1~17
- 19-1 力與運動之概念 19-2 無力作用時之運動
- 19-3 定力作用時之速度變化 19-4 速度變化與力之關係
- 19-5 慣性質量 19-6 慣性質量與重力質量
- 19-7 牛頓定律：力之動力學測定 19-8 變化之力與牛頓定律
- 法；單位
- 19-9 力之合成；淨力 19-10 牛頓定律之向量性
- 19-11 自然界之力
- 習題及解答
- 第二十章 地球表面上之運動..... 18~44
- 20-1 重量與地球之重力場 20-2 自由落體
- 20-3 拋射體運動：牛頓運動定律之向量性 20-4 拋射體運動：軌道之測定
- 20-5 偏向之力與圓周運動 20-6 地球衛星
- 20-7 月球之運動 20-8 簡諧運動
- 20-9 實驗參考坐標系 20-10 加速坐標系內之假想力
- 20-11 牛頓定律與地球之自轉
- 習題及解答
- 第二十一章 萬有引力及太陽系..... 45~66
- 21-1 初期之行星系 21-2 哥白尼之行星系
- 21-3 對哥白尼說之異議 21-4 第谷布拉克

- | | |
|--------------|--------------------|
| 21-5 刻卜勒 | 21-6 運動學之敘述與動力學之問題 |
| 21-7 牛頓 | 21-8 萬有引力 |
| 21-9 牛頓以後之成就 | 21-10 萬有引力之實驗 |
| 21-11 小矛盾 | |
- 習題及解答

第二十二章 動量及動量不滅.....67~78

- | | |
|------------------|----------------|
| 22-1 衝量 | 22-2 動量 |
| 22-3 兩物體作用時動量之變化 | 22-4 動量不滅定律 |
| 22-5 質量中心 | 22-6 動量不滅之一般定律 |
| 22-7 相互作用之力 | |
- 習題及解答

第二十三章 功與動能..... 88~105

- | | |
|--------------------|------------------|
| 23-1 能之轉變 | 23-2 功：能量轉變之量度 |
| 23-3 功之詳細定義 | 23-4 動能 |
| 23-5 動能自一物轉移至他物 | 23-6 簡單碰撞之另一觀點 |
| 23-7 彈性體交互作用時之動能不滅 | 23-8 動能與動量 |
| 23-9 諸力作用下之功及動能 | 23-10 摩擦作用下動能之損失 |
| 23-11 結論 | |
- 習題及解答

第二十四章 位能.....106~130

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 24-1 彈簧緩衝器 | 24-2 兩相互作用之物體所具有之位能 |
| 24-3 地球表面附近之重力位能 | 24-4 重力位能之一般形式 |
| 24-5 人造衛星之脫離能，脫離速度與束縛能 | 24-6 機械能之不滅 |
- 習題及解答

第二十五章 熱量、分子運動及能量不滅..... 131~148

- | | |
|-----------|------------------|
| 25-1 氣體壓力 | 25-2 溫度與分子動力論；內能 |
|-----------|------------------|

- 25-3 運動之機械能與內能
- 25-5 熱流
- 25-7 能量之不滅
- 25-4 機械能變為內能之定量研究
- 25-6 能量散失與溫度上昇之定量關係

習題及解答

第二十六章 電之性質.....149~160

- 26-1 帶電體間之引力及斥力
- 26-3 絕緣體與導體
- 26-5 靜電感應
- 26-7 電池
- 26-9 氣體之導電；游離
- 26-11 溶液之導電
- 26-13 兩極管、電子槍、陰極射線示波器
- 26-2 構成物質之基素間之電力
- 26-4 驗電器之若干實驗
- 26-6 改良之驗電器及靜電計
- 26-8 電流
- 26-10 雲霧室
- 26-12 金屬內之電子

習題及解答

第二十七章 庫倫定律與基本電荷.....161~178

- 27-1 靜電與距離之關係
- 27-3 電力場
- 27-5 基本電荷
- 27-7 庫倫定律中之常數
- 27-9 電子及其他物質微粒之電荷
- 27-2 電荷與電力
- 27-4 微小電力之測定
- 27-6 大型靜電天平
- 27-8 電荷之不滅

習題及解答

第二十八章 電荷在電場中的運動與能量.....180~198

- 28-1 電子和質子質量的測定
- 28-3 由電解測定電流
- 28-5 電池的電動勢和能量
- 28-7 電池組、伏特與安培
- 28-2 電流
- 28-4 能量轉變、靜電力及基本電荷之實驗鑑定
- 28-6 電場與電位

習題及解答

第二十九章 電路.....199~223

29-1	導體、電池及電位差	29-2	電位差之測定
29-3	電位差與能量之進一步核驗	29-4	電流與電位差之關係
29-5	電路之一般情況		
	習題及解答		
第三十章 磁場.....		224~246	
30-1	磁針	30-2	磁鐵與電流周圍之磁場
30-3	磁場之向量合成	30-4	電流在磁場中所受的力—— 磁場強度的單位
30-5	量電儀器與電動機	30-6	在磁場中運動的帶電粒子所 受之力
30-7	利用磁場測定帶電粒子之質 量	30-8	α 粒子
30-9	長直導線附近之磁場	30-10	環場積
30-11	均勻磁場		
	習題及解答		
第三十一章 電磁感應與電磁波.....		247~269	
31-1	感應電流	31-2	相對運動
31-3	磁通量的變化	31-4	感應電動勢
31-5	感應電動勢的方向	31-6	感應電場
31-7	電通量變化時之感應磁場	31-8	電磁輻射
31-9	電磁波譜		
	習題及解答		
第三十二章 探測原子.....		270~286	
32-1	α 粒子之偏向及 <u>拉塞福</u> 之 原子模型	32-2	α 粒子在原子核電場中之 軌跡
32-3	散射之角分佈	32-4	從散射所得之進一步資料
32-5	原子模型之疑難問題		
	習題及解答		
第三十三章 光子與物質波.....		278~306	
33-1	光之微粒性	33-2	機會之規則性

33-3	光之微粒性與干涉	33-4	光電效應
33-5	愛因斯坦對光電效應的解釋	33-6	光子之力學;光子之動量
33-7	光子與電磁波	33-8	物質波
33-9	何時物質之波動性重要	33-10	光與物質
33-11	波的本質		
	習題及解答		
第三十四章 量子系統與原子結構.....307~322			
34-1	佛蘭克與赫芝之實驗	34-2	原子光譜之分析:激發與發射
34-3	吸收光譜	34-4	氫之能階
34-5	能階之由來	34-6	氫能階之波動說
34-7	結論		
	習題及解答		

O、S 組測驗題彙編及詳解

第十九章	牛頓運動定律.....	323~328
第二十章	地球表面上之運動.....	329~334
第二十一章	太陽系與萬有引力定律.....	335~339
第二十二章	動量與動量不滅.....	340~347
第二十三章	功與動能.....	348~353
第二十四章	位能.....	354~366
第二十五章	熱、分子運動及能量不滅.....	367~370
第二十六章	電之性質.....	371~376
第二十七章	庫倫定律及基本電荷.....	377~382
第二十八章	電荷在電場中之運動與能量.....	383~390
第二十九章	電路.....	391~396
第三十章	磁場.....	397~404
第三十一章	電磁感應與電磁波.....	405~409
第三十二章	探測原子.....	410~413

第三十三章	光子與物質波	414~420
第三十四章	量子系統與原子構造	421~428

N 組測驗題及詳解

測驗 6	力與動量	429~441
測驗 7	能量	442~452
測驗 8	電與磁	453~464
測驗 9	原子	465~474
測驗 10	第三篇及第四篇綜合測驗	475~485

補充題及詳解

第十九章	牛頓運動定律	486~495
第二十章	地球表面上之運動	496~504
第二十一章	萬有引力及太陽系	505~511
第二十二章	動量與動量不滅	512~520
第二十三章	功與動能	521~531
第二十四章	位能	532~542
第二十五章	熱、分子運動及能量不滅	543~551
第二十六章	電之定性討論	552~560
第二十七章	庫倫定律與基本電荷	561~569
第二十八章	電荷在電場中之運動及能量	570~575
第二十九章	電路	576~579
第三十章	磁場	580~592
第三十一章	電磁感應與電磁波	593~601
第三十二章	探測原子	602~610
第三十三章	光子與物質波	611~619
第三十四章	量子系統與原子結構	620~621

第十九章 牛頓運動定律

理論摘要

前言 在運動之研究中，有系統之觀察及記述稱為運動學 (Kinematics)，運動學不討論運動原因。本篇(第十九章至第廿五章)為力學部分，係探究運動之原因或運動變化之原因，屬動力學(Dynamics)。本章所討論者為力學之基礎——牛頓運動定律。

§ 19-1 力與運動之概念

- (1) 力之基本概念是由人體肌肉之推拉而來。從此種推拉作用產生之運動中所獲得之知識，均以單一性基本定律說明之，此基本定律即牛頓定律。
- (2) 無外力作用時，物體恆保持一定之運動狀態，即靜者恆靜，動者恆以等速直線運動。
- (3) 凡能改變物體運動狀態之作用者都稱為力，故力可解釋為運動之成因。

§ 19-2 無力作用時之運動

- (1) 伽利略慣性定律：如物體不受外力作用，則物體保持靜止或在一直線上作等速運動。
- (2) 慣性定律為牛頓建立現代動力學之基礎。

§ 19-3 定力作用時之速度變化

- (1) 有定力作用時，速度之變化與力作用之時間成正比。
- (2) 設物體受定力 \vec{F} 之作用，力作用之時間為 Δt ，在此時間間隔內之速度變

化為 $\Delta \vec{v}$ ，則 $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ 恆為定值，即

$$\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \text{常數}$$

故

$$\Delta \vec{v} = \text{常數} \times \Delta t \quad (\text{此常數為一向量})$$

§ 19-4 速度變化與力之關係

- (1) 物體在同一時間間隔內，速度之變化與作用於物體之力成正比。
 (2) 設物體之速度變化為 $\Delta \vec{v}$ ，所受之力為 \vec{F} ，作用時間間隔為 Δt ，則

$$\Delta \vec{v} \propto \vec{F} \Delta t \quad \text{或} \quad \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \propto \vec{F}.$$

§ 19-5 慣性質量

- (1) 物體之慣性質量 m 的定義為

$$m = \frac{\vec{F} \Delta t}{\Delta \vec{v}} = \frac{\vec{F}}{\vec{a}}$$

$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ ，為物體速度之變化率，或沿力方向之加速度。

- (2) 慣性質量與物體之形狀及化學性質無關。
 (3) 慣性質量在化學反應中無增減。

§ 19-6 慣性質量與重力質量

- (1) 慣性質量由物體所受之力、力之作用時間及速度之變化而得；重力質量在物體受重力影響之情況下，以天平測定而得。
 (2) 測定重力質量時，地球並不重要，唯一重要者為宇宙中同一位置所引力之比較。
 (3) 重力質量與慣性質量本質上毫無關聯，然兩者具有同等性，在化學反應中均保持恆定。由多次實驗知**慣性質量與重量成正比**。
 (4) 欲以仟克為單位求物體之慣性質量 m ，可以相同之力分別作用於該物體及仟克原器（法國 Sevres 鉑銻合金圓柱體）。設仟克原器之質量為 m_s ，則由 $m = F/a$ 及 $m_s = F/a_s$ 之關係，得

$$m/m_s = a/a_s,$$

因 $m_s = 1$ 仟克，故以仟克為單位之質量 m 等於 a_s/a 之比。

- (5) 由於慣性質量與重力質量同等，故通常所稱之“質量”，對此二者，無須區別。

§ 19-7 牛頓定律：力之動力學測定法；單位

- (1) 牛頓運動定律之具體意義：物體受一外力，則沿力之方向生一加速度，此

加速度之大小與所受外力成正比，而與其慣性質量成反比，其公式為：

$$\vec{F} = m\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

- (2) 已知物體之質量，則牛頓定律有兩種不同用法：
 - (a) 已知力 F 及其作用時間 Δt ，則可求出物體之速度變化 Δv 。
 - (b) 測定在某時間內之速度變化，則可算出作用之力。
- (3) 力之單位：一仟克質量之物體以 1 米/秒² 加速所用之力稱為一牛頓 (newton)。
- (4) 當 $F=0$ 時，則 $\Delta v=0$ ，牛頓運動定律(常稱“牛頓第二定律”)即變成慣性定律。慣性定律亦稱為“牛頓第一定律”。

§ 19-8 變化之力與牛頓定律

- (1) 靜止或以一定速度運動之物體，如受力作用，速度即改變。
- (2) 力在與運動相反之方向作用時，產生之加速度與力同向，即物體減速，減速之比率為 F/m 。
- (3) 不管物體過去歷史或現在之運動如何，向運動方向作用之力產生同方向之加速度。
- (4) 物體以極大之速率運動時(接近光速)，觀察結果與牛頓定律略微偏差，方程式 $F\Delta t = m\Delta v$ 不再是正確現象，必須藉愛因斯坦之相對論予以修正。

§ 19-9 力之合成；淨力

- (1) 力有大小及方向，故力為向量，常以 F 表之。
- (2) 物體受二力以上之力作用，諸力之合向量稱為物體所受之淨力。由其淨力而可決定該物體加速度之方向和大小(設物體質量為已知)。

§ 19-10 牛頓定律之向量性

- (1) 力能改變物體運動速度向量之大小與方向。
- (2) 因力為一向量，故牛頓定律應寫為： $\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$ 或 $\vec{F} = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = m\vec{a}$ ，此二式之運算，應照向量運算方法。

§ 19-11 自然界之力

- (1) 物體運動所受之空氣阻力，隨物體運動之速度而增加，方向則與運動方向相反。

- (2) 運動之物體常受**摩擦力**。摩擦力之大小幾與運動速度無關，其方向則與運動速度之方向相反。
- (3) 物體在一定地理位置恆受一定大小之**地心引力**，方向恆指向地心。

習題及解答

1. 試述運動學與動力學之區別。

【解答】 運動學研究物體之運動，未考慮物體運動之原因；動力學則研究力如何使物體發生運動。

2. 伽利略應用外插法 (Extrapolation) 建立其慣性定律時，是否需要作時間之量度？

【解答】 否。因時間對慣性定律之成立無關，故在其推理中未包括時間之量度。

3. 圖 19-1 中，一球自左傾斜面，距底面高 10 厘米處，由靜止釋放。

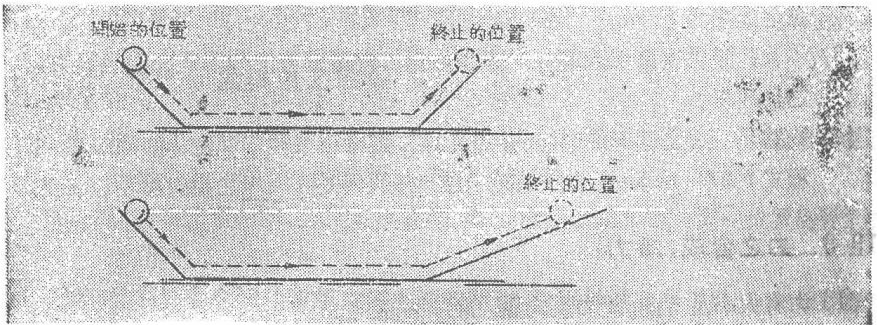


圖 19-1

- (a) 如不計摩擦，試求此球在右傾斜面上爬升之鉛直高度。
- (b) 設右傾斜面每經水平距離 10 厘米即升高鉛直高度 1 厘米，問此球在此傾斜面上所運行之水平距離為何？
- (c) 又若右傾斜每經水平距離 10 厘米即升高鉛直高度 $\frac{1}{2}$ 厘米，問此球在此傾斜面上所運行之水平距離為何？

【解答】 (a) 此球能升高至與最初位置相同之高度，即 10 厘米。

(b) 因每升高 1 厘米在水平方向須行 10 厘米，而此球共升高 10 厘米，故其所行之水平距離為 100 厘米。

(c) 因斜度減小一半，而所達之鉛直高度仍為 10 厘米，故其所行之水平距離應為 200 厘米。

附註：讀者可將上述步驟繼續討論，擴展至伽利略之零斜度觀念；當右傾斜面之斜度為零時，則球將在平面上繼續運動至無窮遠處。

4. 油灰球團在碗內繞轉滾動，迅即停在碗底中心；易以鋼球則可多繞幾轉。若易以理想化之球體，則在碗內之運動當是何種情況？

【解答】 按照慣性定律，此球必永遠繞轉下去。

5. 在結冰之路面行車甚為危險，何故？

【解答】 車輛在行駛中，凡轉彎、減速或加速等運動之加速度均需有一力方能產生。此力通常是由地面與車胎間之摩擦而產生。當汽車在結冰路面上行駛時，車胎與路面間之摩擦力有時比在正常之乾燥路面上的十分之一還小。如欲以此種相當小之摩擦力使汽車之速度或方向有相當大的改變是極為困難。因此在結冰路面上駛車時，無論是使用剎車、減低油門，或者操縱駕駛桿，均難改變汽車原有速度之大小及方向。在此種情況下，汽車不是碰上電線桿，就是衝入路旁水溝中，或者與另外一輛汽車相碰。

6. 一球在無外力作用之狀況下，以 20 厘米/秒之速度滾動，5 秒後其速度為何？

【解答】 依慣性定律，物體若不受外力作用，則靜者恆為靜止，動者恆以等速度運動。故該球之速度在 5 秒後仍為 20 厘米/秒。

7. 下表 I 所列係圖 19-2 所得之數據，該圖為以不變之力拉一乾冰圓盤向右運動所攝之閃光照片。試求該圓盤在第 8 個時間間隔內之平均速度。

表 I 圖 19-2 之實驗數據

時間間隔 次序	位 置 x (厘米)	每一時間間隔 內之平均速度 $\frac{\Delta x}{\Delta t} = v$ (厘米/閃光)	平均速度之變化量 Δv (厘米/閃光)
1	4.1	4.1	2.2
2	10.4	6.3	2.5
3	19.2	8.8	2.4
4	30.4	11.2	2.4
5	44.0	13.6	2.5
6	60.1	16.1	2.4
7	78.6	18.5	

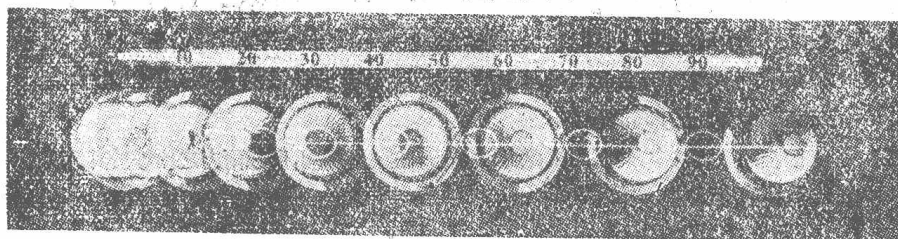


圖 19-2 閃光攝影表明圓盤被向右拉曳，每次閃光間隔 $\frac{10}{24}$ 秒。定力作用下，使彈簧環之伸展為一定量，照片中所顯示每一時間間隔內之位移，列於表 I 中。

【解答】 第八時間間隔內之平均速度為 $v = 18.5 + 2.4 = 20.9$ 厘米/閃光。

∞ 一乾冰圓盤運動之速度漸增：初時速度為 10 厘米/秒；一秒後為 12 厘米/秒，再一秒後為 14 厘米/秒……餘類推。試問作用於此圓盤者係何種力？

【解答】 因此盤平均速度之改變皆為 2 厘米/秒，故知其運動係受一固定力之作用，即所受之力為一常數。

9. 以一彈簧圈拉一物體，使其在光滑水平面上運動，彈簧圈之變形保持一定，物體之加速度為 15 厘米/秒²。今若以兩同樣之彈簧圈並排拉此物體，每彈簧圈之變形均與上述者相同，則此物體之加速度應為何？

【解答】 如圖 19-3 所示，當兩個變形一樣之同種彈簧並排拉一物體時，每一彈簧圈所施之力相同。所以 $F_{\text{總}} = F_1 + F_2 = 2F_1$ 。因所加於物體上之力增加一倍，故其加速度亦必須增加一倍。

由於 $\frac{F_1}{m} = 15$ 厘米/秒²，故其加速度為 $\frac{2F_1}{m} = 2 \times 15$ 厘米/秒² = 30 厘米/秒²。

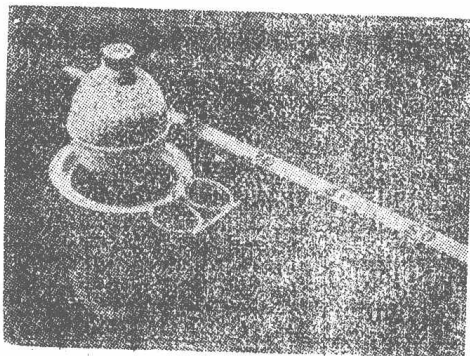


圖 19-3

附註：本題之解析並未計及彈簧圈之質量，因其甚為微小，故忽略之。

10. 在摩擦力極小之承墊上以定力拉一物體，在 0.3 秒內，物體之運動速率自 0.2 米/秒增至 0.4 米/秒。重作此實驗時，因所施拉力與前不同，致使此物體在同一時間內其速率可由 0.5 米/秒增至 0.8 米/秒。試問：

(a) 第二次實驗所施之力與第一次實驗所施之力之比為何？

(b) 在第二次實驗中，施力時間為 0.9 秒，則物體速率之變化應為何（諸力之方向與運動之方向同）？

【解答】 (a) 因在兩次實驗中，物體的質量與施力的時間均為相同，所以兩力之比等於其速度改變之比值：

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1} = \frac{0.8 \text{ 米/秒} - 0.5 \text{ 米/秒}}{0.4 \text{ 米/秒} - 0.2 \text{ 米/秒}} = 1.5.$$

- (b) 當一物體被一力作用而生加速運動時，其運動速度之改變與此力作用時間長短成正比。在第二次實驗中，因作用時間增為第一次之三倍，所以其速度之改變亦增為第一次的三倍。

由 $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1}$ ，得 $\Delta v_2 = \Delta v_1 \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = 0.3 \text{ 米/秒} \times \frac{0.9 \text{ 秒}}{0.3 \text{ 秒}} = 0.9 \text{ 米/秒}$ 。

11. 在水平面上，分別以 2, 4, 6, 8 條相同之橡皮帶拉曳一物體，每條橡皮帶在每一次實驗中其伸長量均相同。則此物體在水平面上運動之加速度與橡皮帶條數之關係，如圖 19-4 所示。

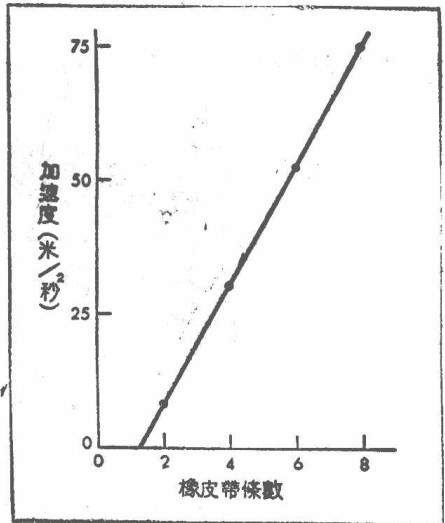


圖 19-4

試問：(a) 從圖中之點可聯成一
直線之事實，可得何
結論？

- (b) 圖中直線與橫座標軸
之交點有何意義？

- (c) 能否以此圖推算以一
條橡皮帶拉此物體，
當橡皮帶之伸長量與
前相同時，物體加速度之值。

- (d) 若重複作此實驗，每次皆換以不同之水平面，則所得之新圖線與原圖線之關係如何？

- 【解答】 (a) 此直線表示加速度之增大與作用力之增加成正比。
 (b) 此點相當於物體作等速度運動時所需由橡皮筋束所供之最小力，此力與物體移動時所受之摩擦阻力大小相等，方向相反。
 (c) 顯然，不能預期物體在所受拉力之反方向獲得加速。同時物體在所受之力未達圖線在橫軸上之交界點時，摩擦力隨所施之拉力而增加，且互相平衡。若以外插法求出圖中橫軸下方之圖線，將不具任何意義，故無法估計物體加速度之值。
 (d) 不同表面之含意即指不同之摩擦力，故截點之位置亦將不同。但因加速度之增加與所加之力成正比，故新圖線之斜度與原圖相同。

附註：本題旨在說明，無需將摩擦力減低至可略去之數值即能證明牛頓運動定律之真確。本例中假設摩擦力與速度之大小無關，且僅限於有限的距離。

12. 假使圖 19-2 所示之照片，係表明一物體自右向左之運動，則物體所受作用力之方向如何？

【解答】此物體所受之力為阻止其運動，故此力之方向為向右。

13. 一車以 3 米/秒² 之加速度運動，若此車之後牽引另一與其大小相同之車時，則其加速度將為何？

【解答】設此車之質量為 m ，則其所受之力為 $F = ma = 3m$ ，當其牽引另一相等質量之車時，則總質量為 $2m$ ，而其所受之力不變，故 $F = 2ma'$ ，由 $3m = 2ma'$ 故得 $a' = \frac{3}{2} = 1.5$ 米/秒²。

14. 圖 19-5 所示供作實驗之瓶，何以須封閉其瓶口？

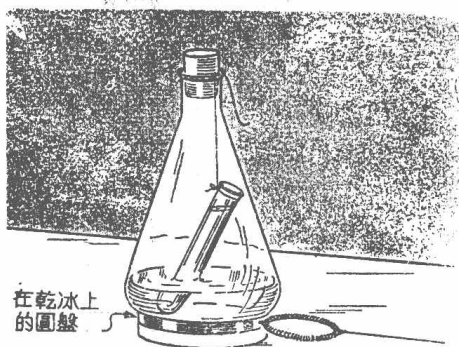


圖 19-5 在化學反應中，慣性質量不變之實驗裝置。

【解答】封閉瓶口，乃避免化學反應之產物逸出瓶外（實則在此反應中無氣體產生），因此瓶和其中所儲之質量保持不變。

〔附註〕嚴格言之，若在反應期間放出熱能、聲能或光能，則根據質能等價，質量有一對應減少。然而此項改變極其微小，故可予忽略。質量改變 Δm 相當於能量之改變為

$$\begin{aligned} E &= \Delta mc^2 = \Delta m(3 \times 10^8 \text{ 米/秒})^2 \\ &= \Delta m(9 \times 10^{16} \text{ 米}^2/\text{秒}^2) \\ &= \Delta m(9 \times 10^{16} \text{ 焦耳/仟克}). \end{aligned}$$

例如品質良好的煤，每仟克約放出 3×10^7 焦耳之熱能，此種能量僅相當於 $3 \times 10^7 / 9 \times 10^{16} = 3 \times 10^{-10}$ 仟克的質量改變，即僅有 $1/3 \times 10^{10}$ 的質量化為能量。

15. 一物體之慣性質量與重力質量既為同值，概稱之為質量可矣，何以須仔細加以區分？

【解答】重力質量與慣性質量之不同，係因兩者源自極不相同之物理情況：前者係秤其重量，後者是使其加速。兩者之等值情形必須由實驗證之。

16. A, B 兩物體以相同之力分別加速，其加速度分別為 20 厘米/秒² 及 60 厘米/