

第二編
力學
(動力學)

目 錄

第二編	力學(動力學)	2-1
第一章	運動定律	2-3
第一節	第一定律	2-3
①	模型手推車的等速運動	2-3
②	用乾冰包的實驗	2-4
③	用氣球的實驗	2-6
④	靜止的慣性、運動的慣性	2-7
第二節	第二定律	2-11
①	用門用滑輪作台車的實驗	2-11
第三節	第三定律與動量守恒	2-18
①	作用與反作用	2-18
②	球的碰撞	2-25
第二章	各種運動	2-31
第一節	落體運動	2-31
①	真空落下實驗器	2-31
②	落下速度與加速度 (計時器的利用)	2-32
③	運動與加速度的測定	2-35
	I. 用交流蜂音器的方法	2-35
	II. 用閃光照相的方法	2-39
	III. 用磁氣錄音帶的方法	2-41
④	用棒擺的方法	2-44
⑤	落下運動的觀察 (用日光燈閃光照明)	2-45

⑥	用斜面的等加速運動	2-47
	I. 用模型台車的方法	2-47
	II. 用滾球的方法	2-49
	III. 用乾冰包的方法	2-52
⑦	自由落下時間的測定 (利用計數管計數裝置)	2-54
第二節	拋體運動	2-58
①	用閃光照相考察拋體運動	2-58
②	落下的靶子	2-59
第三節	摩擦	2-63
①	靜摩擦係數的測定	2-63
	I. 用摩擦角測定的方法	2-63
	II. 用彈簧秤的方法	2-65
②	滾軸的摩擦係數的測定	2-67
③	滾動摩擦係數的測定	2-70
第四節	向心力 (離心力)	2-71
①	用電唱機電動機的定性實驗	2-72
②	用電唱機電動機的定量實驗	2-83
③	轉動調整器	2-89
④	離心機	2-91
⑤	揮動以綫繫結的橡皮塞	2-92
⑥	觀察在燒瓶內作圓運動的液體	2-94
第三章	簡諧運動、單擺	2-97
第一節	簡諧運動	2-97
①	用圓運動的投影觀察簡諧運動	2-97
②	用旋轉鏡以圖表示範簡諧運動	2-100
③	以曲線表示簡諧運動	2-101
第二節	單擺	2-102
①	單擺的製作與實驗	2-102
②	利用乾冰包的方法	2-108

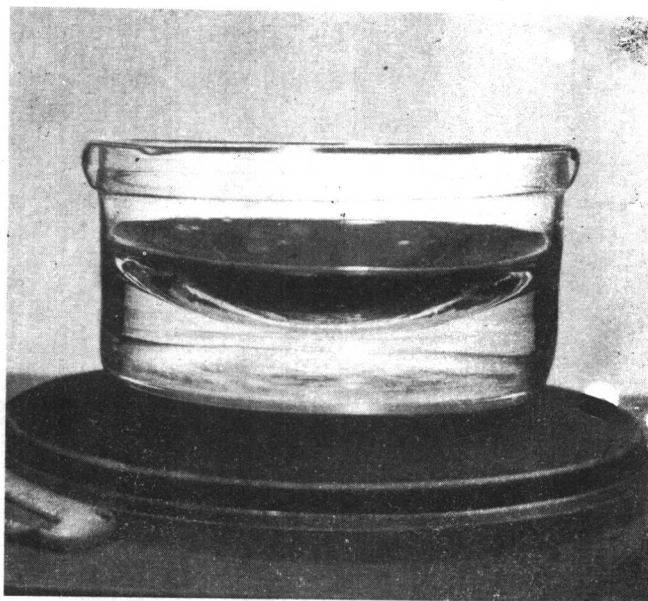
③	用布爾達擺測定 g 值	2-109
第三節	各種擺	2-113
①	水平擺	2-113
②	倒立擺	2-115
③	用乾冰包的方法	2-116
第四節	簡諧運動的合成	2-117
①	利薩如圖形(1)	2-117
②	利薩如圖形(2)	2-121
第四章	動量與機械能	2-125
第一節	動量的守恒	2-125
①	二球的碰撞	2-125
②	PSSC 的方法	2-126
③	驗證動量守恒定理的實驗	2-128
第二節	恢復係數	2-131
①	恢復係數的測定	2-131
第三節	角動量守恒的定理	2-134
①	角動量的守恒	2-134
第四節	能量守恒的定理	2-135
①	位能與動能的交換	2-135
第五章	剛體的運動	2-139
第一節	轉動慣量	2-139
①	轉動慣量與角加速度	2-139
②	扭轉振動的週期與轉動慣量	2-143
第二節	迴轉器	2-145
①	迴轉器	2-145
第六章	流體的運動	2-149
第一節	柏努利定理	2-149
①	柏努利定理實驗器	2-149
②	柏努利定理說明器	2-151

VI

③	用漏斗與乒乓球的方法	2-153
④	用漏斗與濾紙的方法	2-155
⑤	馬格那斯效果	2-156
第二節	流線的觀測	2-157
①	流線的觀測	2-157
	I. 用水的方法	2-157
	II. 用乾冰的方法	2-159
②	置於流體內抵抗體的作用	2-161
	工廠的現場和實驗	2-163

第二編

力學(動力學)



轉動的水所成的拋物面

2-1

AWT 607 / 0502

2-2 物理實驗大全㊶—力學（動力學）

第一章 運動定律

第一節 第一定律

① 模型手推車的等速運動

【目的】 在軌道上推走模型手推車觀察等速運動。(初)(高)

【準備】 模型台車，鉛塊(1公斤)，模型軌道3米，12厘米×12厘米×5米木材，停錶，尺，方格黑板。

【方法】 1 製作模型手推車。將鉛塊鑄成大小能裝上台車的長方形，用鋁板與螺絲緊緊固定在台車上。

2 製作模型軌道。選用無彎曲的木材，用螺絲牢釘軌道在其上。每支軌道普通長約50厘米，各支連接做成模型軌道。在軌道末端以黏接着劑貼橡皮墊作為停車設備。

3 實驗等速運動的距離與時間的關係。

(1) 軌道台放在長桌上，在台一端例如左端加高，使軌道有適當傾斜度。傾斜軌道的目的為要減少摩擦的影響。作預備實驗決定能觀察等速運動所需的傾斜角度。

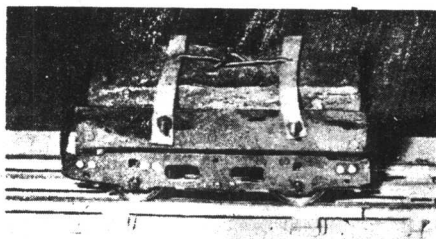
(2) 在軌道台側面(學生可以看到的面)以50厘米間隔作記號。原點放在離軌道末端(例如左端)約50厘米的地點，使原點與末端有相當距離能使用於加速運動。

(3) 推動手推車，最初只觀察大約情形，然後作定性觀察車通過原點及記號點處時，數1, 2, 3, ……然後作測定。

(4) 作測定時要五個人，每人帶一只停錶，第一人測定車通過原點至第一記號點間所需時間，第二人測定原點至第二記號點間所

2-4 物理實驗大全(二) — 力學 (動力學)

需時間……等。把結果記錄在表內，並用方格紙或方格黑板畫圖表以驗證 $x = kt$ 的關係，同時也查驗在各區間中平均速度大約一定。



照片 1

【要點】 1 柱形材料要選擇無彎曲的材料。

2 手推車及軌道製作應堅固。

3 實驗前，先在手推車的轉動部份加油。

4 軌道台的傾斜在普通情況下約為 $1/60$ ，如不予留意則不易覺察。

5 使學生預先熟習停錶的使用法。

6 測定值的有效數字位數最多為兩位。

【參考】 1 在軌道一端（例如左端）加斜面，把軌道延長到斜面上，則可以同一條件重複作實驗。即可在斜面上的一定位置使車子開始運動，此時停錶使用一只即夠。

2 此裝置也可用於等加速度直綫運動的實驗。

② 用乾冰包的實驗

【目的】 用乾冰包在摩擦極小的平面上驗證運動第一定律。（初）

（高）

【原理】 金屬圓筒內裝乾冰，使乾冰昇華時所產生的 CO_2 氣體由底面小孔噴出，則可在底面與台面間作成薄層的 CO_2 氣體而使乾冰包浮起。此 CO_2 氣體薄層成為平滑面而減少物體間的摩擦。

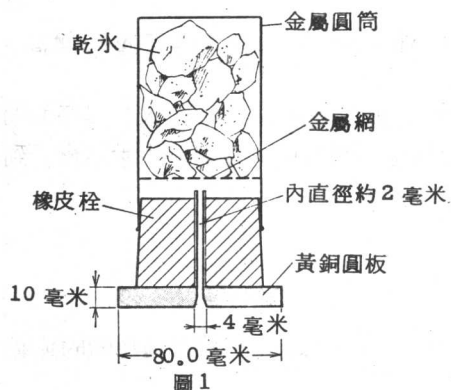
【準備】 1 乾冰包〔金屬圓筒，帶橡皮塞的黃銅圓板（中央開小孔以便氣體噴出），金屬網，乾冰碎片〕。

2 磨光的厚玻璃板（寬 50 厘米，長 150 厘米以上，當作滑動乾冰包的平面使用。為搬運及保存方便計，應保存此玻璃板在有厚底

板的盒內)。

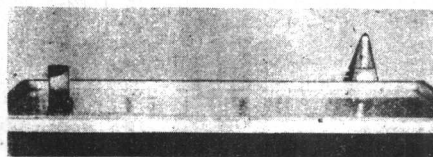
3 節拍器 (當作計時錶使用)，停錶各一只。

4 其他調節面的傾斜用楔子 8 只，綫，橡皮圈。



照片 1

【方法】1 在金屬圓筒內裝乾冰碎片以金屬網支持，蓋上帶橡皮塞的黃銅蓋作成乾冰包 (圖 1) (照片 1)。



照片 2

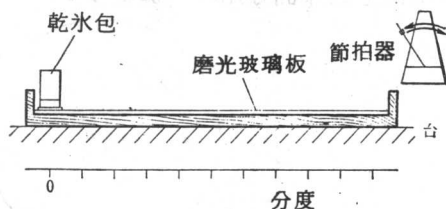


圖 2

2 放置玻璃板略成水平方向。

3 將乾冰包輕輕放置玻璃板上，稍停即開始滑動。

4 用楔子調節玻璃面使乾冰包停止不動，此時玻璃面恰好為水平面。

5 從玻璃板一端如照片 2，使乾冰包開始滑動。用節拍器的聲音與尺的分度觀察運動的狀態(圖 2)。

【使用時應注意各點】

- 1 注意不要讓乾冰粉末堵塞小孔。如小孔不通，筒內氣壓即增高，因 CO_2 氣體無出口，可能使蓋子跳出。
- 2 所用的平面必須使用經磨亮加工的玻璃面(乾冰包與平面間氣體薄層的厚度非常薄，必須用很平滑的面，在運動中才不會受到阻碍)。

【參考】 PSSC 物理。

③用氣球的實驗

【目的】 用氣球在沒有摩擦的平滑面上簡單示範各種物體的運動。
(初)

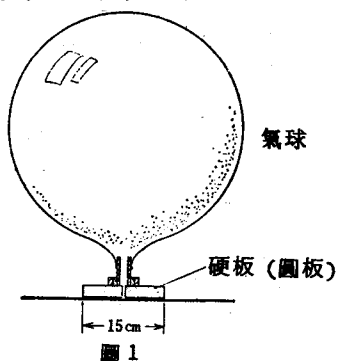
【原理】 把帶有吹口的氣球吹脹後裝在有小孔的圓形硬板上，放在平滑面上(例如製桌面的保麗板)，由小孔噴出的空氣則成為薄層在氣球與桌面間。此空氣層有使表面平滑的作用而減少物體與平面間的摩擦。

【註】 此法比利用乾冰包的方法簡單，但不大正確。

【準備】 1 帶吹口的氣球一只。

2 裝上氣球用圓板(硬板製，中央有小噴出口)。

3 滑面(製桌面等用的保麗板)。



【方法】 把氣球吹脹裝上圓板，放在滑面，與乾冰包實驗同法觀察各種運動狀態。

【參考】 PSSC 物理。

④靜止的慣性，運動的慣性

【目的】 1 由各種實驗了解慣性的定律。(初生)(高)

2 了解物體的質量愈大，慣性亦愈大。(高)

【準備】 1 靜止的慣性

靜止慣性實驗器，厚書若干本與不易破的紙，玻璃杯與舊明信片及硬幣等。

砝碼與綫約 100 厘米(砝碼重約 200 克，綫為約 30 號的棉綫)砝碼與橡皮綫約 30 厘米(粗細與普通橡皮圈相似)，玻璃球(大小二個)與厚紙，橡皮圈，不倒翁落下玩具，小刀與固定架(各二個)，紙捻(或紙繩)與容易斷的棒(約 10 厘米)與堅固的棒，新粉筆與包香煙用的鋁紙與尖的鉛筆。

2 運動的慣性

硬幣與厚紙，金屬球(約 200 克)與呢絨布(100 厘米×20 厘米)，乾米塊。

【方法】 查驗慣性定律

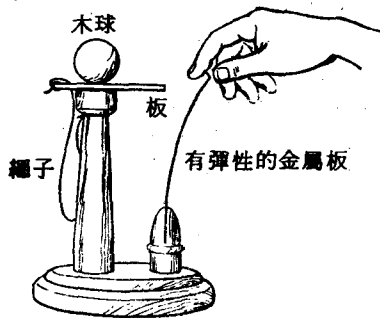


圖 1

1 靜止的慣性

(1)靜止慣性實驗器的使用：如圖 1.拉金屬板後放鬆。載球的板則被打出去而木球仍留在接台上。

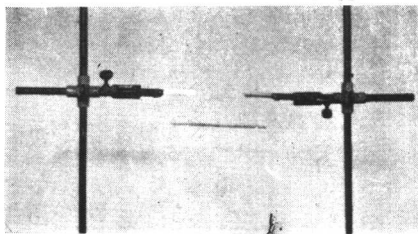
2-8 物理實驗大全(二) 力學 (動力學)

- (2)厚書若干本與不易破的紙：把書重疊放在紙上，以快速拉出紙，書仍留着不動，如緩緩拉紙，書即與紙同時行動。
- (3)玻璃杯與舊明信片及硬幣：玻璃杯上放舊明信片，其上放硬幣，以快速拉出舊明信片，硬幣即落玻璃杯內。
- (4)砝碼與綫：把砝碼繫結在綫中央處，在兩側留下約 30 厘米的綫。固定綫的一端，輕輕的或很快的拉綫下端，觀測拉法不同，綫斷的地點亦不同（輕輕拉綫時則斷上綫，急速拉綫時則斷下綫）。
- (5)砝碼與橡皮綫：在橡皮綫一端結砝碼，用手捏住橡皮綫另一端慢慢的或很快的把手上下或左右搖動。手動的情形不同，砝碼的運動情形也不同（手慢慢搖動時砝碼則隨手上下或左右搖動，手作快運動時，砝碼則不動）。
- (6)玻璃球一個與厚紙：將玻璃球放在紙中央處，把紙慢慢移動或轉動，或很快的動，（紙運動的很快時，玻璃球則停在一定位置不動）。



照片 1

- (7)不倒翁落下玩具：在桌子上放好不倒翁落下玩具（每塊對準放好），由側面用木槌急打，被打的部份跳出，而上面部份保持原來狀態落下來。
- (8)小刀，固定架，紙捻，與棒：如照片 2，兩把小刀的刀刃向上用固定架固定之。以紙捻作成圓環形掛在刀刃上，以搭一容易斷的棒。使用堅實的棒急打此棒，棒會斷，但紙捻不會斷。



照片 2

- (9) 粉筆與包香煙的鋁紙：把鋁紙充分的壓平放在桌上，把約 $\frac{1}{3}$ 長伸出桌子外邊，在桌上鋁紙靠近末端處，立一新粉筆，以尖鉛筆急打桌子外邊鋁紙。
粉筆將不動留在原處，而鋁紙則捲在鉛筆上（圖 2）。

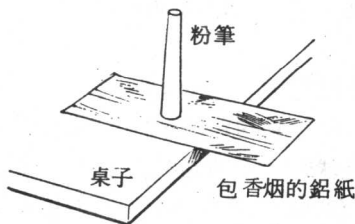


圖 2

2 運動的慣性

- (1) 硬幣與厚紙：在紙上面放着硬幣，移動紙，如突然停止紙的運動硬幣仍然繼續向前運動。
- (2) 金屬球與呢絨布：如圖 3，在桌上鋪有縐紋的呢絨布，使球在其上面滾轉，然後在弄平的呢絨布上滾轉。最後把布取開，在桌面上滾球。比較各種情形下球運動的距離。了解面愈平，球運動的距離愈遠，並由此結果推論如桌面為理想的平面，球將運動到無窮遠處。
- (3) 乾冰的使用：把乾冰塊的一部份弄成平面放在桌子面上，輕輕的推它，乾冰則約略作等速直綫運動（因在桌面與乾冰塊間

產生二氧化碳薄層而減少摩擦的原故)。

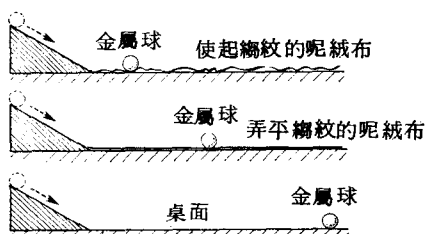


圖 3

3 慣性與質量大小的關係

(1)大小兩個玻璃球與橡皮圈：大小二個玻璃球放在桌上，各用橡皮圈以同樣大的彈力打擊，比較各玻璃球運動狀態，因大球開始運動不易，表示大球的靜止慣性較大，而了解慣性與質量的關係。

(2)大小兩個的玻璃球與厚紙：將大小二個玻璃球放在厚紙上運動，而比較兩球運動的距離，由大球繼續運動距離比小球大的結果，表示大球的運動慣性較大，而了解慣性與質量的關係。

【要點】在1.的(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)的各實驗中俱以水平方向突然加力為做成實驗的要領之一。

(4)的實驗中砝碼的重量不夠時實驗結果即不一定。綫如太結實，實驗也做不好。如在綫下端繫結木塊而拉木塊較容易加力。

(5)的實驗中，突然把手向上運動時，因砝碼向下的慣性力大，橡皮綫即被伸展，此時產生的彈性力未超過慣性力前，砝碼即不動。緩緩把手向上運動時，砝碼向下的慣性力小，因此橡皮綫的伸展也小，但所產生的彈性力超過慣性力，而砝碼即隨手向上運動。

(8)的實驗中，盡量急打棒的中央部份為成功的秘訣。

(9)的實驗中，也應同樣以鉛筆的尖端盡量急打鋁紙。

在2.的(1)實驗中，可以金屬球代替硬幣，厚紙面要盡量弄平(

例如硬紙上再張貼平滑面的紙等)。

(3)的實驗中，要點為是否乾冰塊平面部份已被充分弄平，也可以用如圖示的乾冰包。兩種方法的原理都一樣。因乾冰的昇華在桌面間產生薄層的二氧化碳而減少兩者間的摩擦。此時如桌面上有水分，即凝固而妨碍實驗。注意：為避免此種妨碍計，亦有利用金屬板做實驗而從下面加墊者。

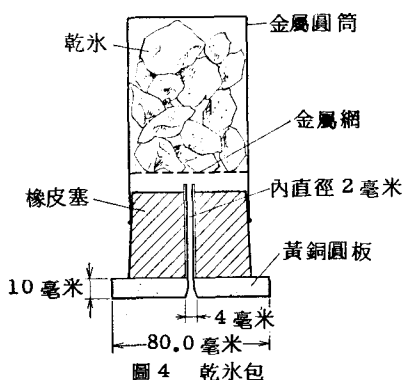


圖 4 乾冰包

第二節 第二定律

①用門用滑輪作台車的實驗

【目的】 以一定方向的力 F ，作用於水平面上運動的物體：讓物拉着紙帶運動，用交流蜂音器及計時器以等時間間隔在紙帶上作記號。分析此紙帶記錄，求加速度 a 與力 F 的關係， a 與物體的質量 M 的關係。(高)(高外)

【準備】 1 實驗用台車 如圖 1 所示在板上開三個裝滑輪的長方形洞，洞要有充分大小能使門滑輪容易裝上。應注意各輪進行方向平行，並注意不要使車輪碰到洞的邊緣。以螺絲固定輪軸承於板上。

2 力學實驗用砝碼(例如 35 克鉛製品 25 個連盒總重 1050 克)。

2-12 物理實驗大全(一) — 力學 (動力學)

3 動力傳達用橡皮圈約 2 米 (作成圈形 4 條, 每條長 50 厘米) 或橡皮圈 (四, 五條為一組, 共約四組), 木製的尺 (1 米)。

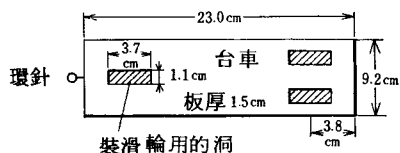


圖 1

4 交流蜂音器及計時器 (參照第八編第二節 2 交流蜂音器與計時器一項), 複寫紙, 記錄用紙帶, 紙膠帶。

5 可變變壓器。

6 固定架, 彈簧秤, 綫, 方格紙, 尺 (竹製 30 厘米), 計算尺, 剪刀, 水準器。

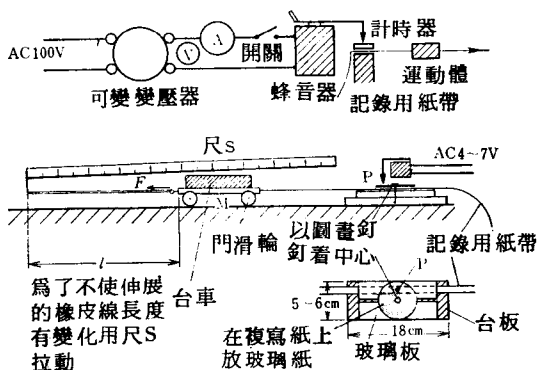


圖 2

【方法】 1 測定

(1) 用固定架, 把蜂音器緊固的裝置於桌上, 以水準器檢查台車所