

光電式運動力學實驗組



























一、實驗項目索引

1. 牛頓第一運動定律.....P.03
2. 牛頓第二運動定律.....P.05
3. 斜面加速度運動.....P.10
4. 自由落體運動.....P.13

二、實驗儀器

1	鋁製滑軌	1	2	力學滑車	1
3	L型砝碼架	1	4	砝碼 (10 g)	3
5	滑輪	1	6	時間遮光板 (5 cm)	1
7	輕塑膠球	1	8	重塑膠球	1
9	滑車阻擋裝置	1	10	可移動接頭	4
11	光電閘固定支架	2	12	斜面支架	2
13	彈性碰撞板	1	14	彈性緩衝器	1
15	電磁鐵及固定架	1	16	鋼球	1
17	直流電源供應器	1	18	光電閘	2
19	自由落體底座	1	20	兩點調整腳 (短)	1
21	兩點調整腳 (長)	2	22	光電閘固定座	2
23	支撐棒 (10 cm)	2	24	支撐棒 (3 cm)	2
25	光電計時器承托架	1	26	光電計時器	1
27	收納盒	2	28	水平校正棒	1
29	角度尺	1	30	自由落體支柱	1
31	單點調整腳	1			



				
6	7	8	9	10
				
11	12	13	14	15
				
16	17	18	19	20
				
21	22	23	24	25
				
26	27	28	29	30
				
31				

實驗一、牛頓第一運動定律

一、實驗儀器

1	鋁製滑軌	1	2	力學滑車	1
9	滑車阻擋裝置	1	16	鋼球	1

二、實驗原理

物體在未受到外力的作用時，有維持其原來運動狀況的性質，此項性質稱為物體的慣性。在現實生活中，當一個人在一台行進的公車裡往上跳時，為什麼落下時還是在原地呢？當車從靜止往前進時，我們會不自覺的往後傾；煞車時也會往前傾，這些都是因為慣性所造成的。本實驗利用一鐵球和一行進中的滑車來驗證此定律。

三、實驗方式

1. 將滑車上方螺絲鬆開，將鋼球擺放在慣性定律用滑軌上。如圖 1



圖 1



圖 2

2. 用手推動滑車，我們會發現滑車在開始移動時，我們看到的現象是實驗球和滑車以相反方向在移動，實際上是實驗球會因慣性定律停留在原地。滑車停止時也是一樣。雖然滑車進入到滑車固定裝置後靜止不動，但實驗球會因為慣性定律的關係持續移動，這就是“靜者恆靜，動者恆動”的慣性定律。如圖 2

四、實驗結果與問題討論

1. 日常生活中有哪些現象是符合牛頓第一運動定律（慣性定律）的呢？

實驗二、牛頓第二運動定律

一、實驗儀器

1	鋁製滑軌	1	2	力學滑車	1
3	L型砝碼架	1	4	砝碼 (10 g)	3
5	滑輪	1	6	時間遮光板 (5 cm)	1
9	滑車阻擋裝置	1	10	可移動接頭	4
11	光電閘固定支架	2	17	直流電源供應器	1
18	光電閘	2	20	兩點調整腳 (短)	1
23	支撐棒 (10 cm)	2	26	光電計時器	1
31	單點調整腳	1			

二、實驗原理

牛頓第二運動定律為物體在忽略摩擦力和空氣阻力等外力的情況下，加速度和其所受外力的大小成正比，和物體的質量成反比。以方程式表示為：

$$F = Ma \quad (1)$$

式中 F 為物體所受外力的總和， M 為物體質量， a 為物體移動加速度。

本實驗利用下列兩種方法證明牛頓第二運動定律：

- (一) 固定受力物體的質量，改變施力的大小，觀察加速度與施力的關係。
- (二) 固定施力的大小，改變受力物體的質量，觀察加速度與質量的關係。

本實驗之基本設計如圖 3。以 m_2 的重力來加速質量 $m_1 + m_2$ ，則加速度的理論值為：

$$a_{th} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g \quad (2)$$

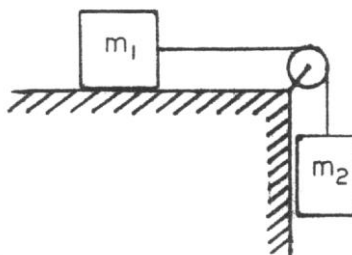


圖 3

本儀器是利用自由落體的觀念來實驗牛頓第二運動定律，若一物體沿直線運動，而且速度的改變一定，則加速度必為常數，這種運動也稱為等加速度運動，這種類型的運動乃是物體受一定外力下的結果，在地球上不同的地點會有少許的變化。距離、速度與時間的關係，在等加速度 a 下，從定義直接可得

$$V_t = V_0 + at \quad (3)$$

它表示了速度 V_t 和時間 t 的關係，這方程式為一直線方程式，此直線的斜率即為 a 。由於是等加速度，所以在 t 時間內速度的平均值可以 $\bar{V} = \frac{(V_t + V_0)}{2}$ 來表示。從 $\bar{V} = \frac{S}{t}$ 中我們可得知

$$S = \bar{V}t = \frac{V_0 + V_t}{2}t \quad (4)$$

將式 (3) 代入式 (4)，得

$$S = V_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (5)$$

式 (5) 為一曲線方程式，此曲線在各點的斜率即為各時間點的速度。

$$\begin{aligned} \because V_0 &= 0 \\ \therefore S &= \frac{1}{2}at^2 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\therefore a = \frac{2S}{t^2} \quad (7)$$

a ：計算出來的加速度

S ：兩光電閘的距離

t ：滑車通過兩光電閘的時間

三、實驗方式

1. 將鋁製滑軌調整腳固定於滑軌下，並且保持滑軌的水平，然後將滑車阻擋裝置固定於滑軌末端，滑輪固定在固定座上；如圖 4、圖 5 所示。



圖 4

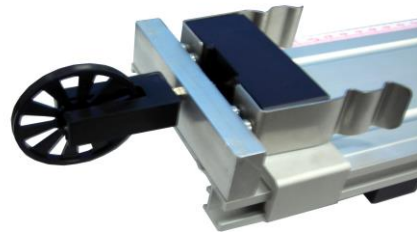


圖 5

2. 如圖 6，將兩光電閘裝上光電閘固定座並且固定於光電閘支撐架上，然後利用可移動式接頭固定於鋁製滑軌的側邊。



圖 6



圖 7

3. 將光電閘依照滑車通過的前後順序連接至光電計時器上，並且在光電計時器接上直流電源供應器；如圖 7。
4. 如圖 8 在滑車上綁上細繩並且在細繩的另外一端綁上砝碼架，並且在滑車上裝上時間遮光板，安裝時間遮光板時，保持遮光板的方向與滑車行進方向保持水平。

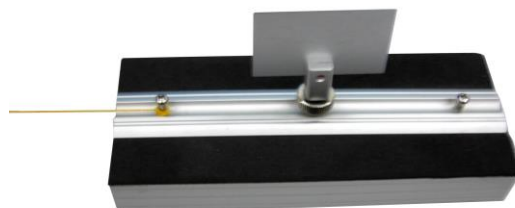


圖 8

5. 實驗架設完成後就如同圖 9 所示

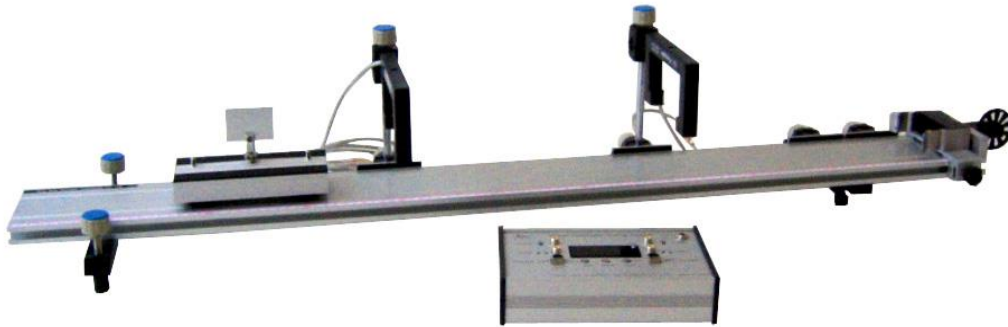


圖 9

6. 使用磅秤量測滑車及外掛重物的質量。
7. 開啟光電計時器電源，使滑車在運動前的位置儘量靠近第一支光電閘，以減少實驗誤差，然後使滑車藉由砝碼落下而進行加速度滑動，紀錄光電計時器所顯示的時間以及兩光電閘之間的距離，計算滑車運動的加速度。依此步驟重覆三次實驗。
8. 增加砝碼架上的砝碼數，重覆實驗步驟 7。

四、實驗結果與問題討論

$$a = \frac{2S}{t^2}$$

滑車 質量 m	外加 重量 m'	兩光閘距離 S	通過兩光閘時間 t	理論加速度 a (cm/s ²)	實際加速度 a' (cm/s ²)

a：計算出來的加速度

S：兩光電閘的距離

t：滑車通過兩光電閘的時間

1. 如果一開始滑車上的時間遮光板沒有很靠近第一支光電閘，實驗的誤差值會是怎樣？
2. 除了 1 以外，還有什麼會影響實驗的誤差值？
3. 如果這個實驗在月球做，和在地球上做的實驗結果會不會有所不同？

實驗三、斜面加速度運動

一、實驗儀器

1	鋁製滑軌	1	2	力學滑車	1
4	砝碼 (10 g)	3	6	時間遮光板 (5 cm)	1
9	滑車阻擋裝置	1	10	可移動接頭	4
11	光電閘固定支架	2	12	斜面支架	2
17	直流電源供應器	1	18	光電閘	2
20	兩點調整腳 (短)	1	23	支撐棒 (10 cm)	2
26	光電計時器	1	29	角度尺	1
31	單點調整腳	1			

二、實驗原理

本實驗之基本原理相當容易。試考慮一質量為 m 的物體在一與水平面斜角為 θ 的無摩擦斜面上，如圖10。此物體的運動由重力 mg 沿斜面方向的分量 F 決定， F 的大小為

$$F = m g \sin \theta \quad (1)$$

$$a = g \times \sin \theta \quad (2)$$

$$\sin \theta = \frac{h}{s} \quad (3)$$

其中 h 、 s 分別為斜面的高度與長度

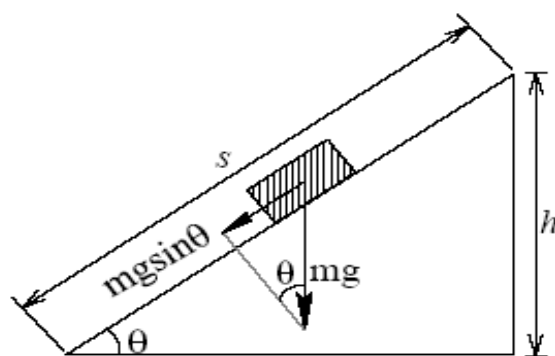


圖 10