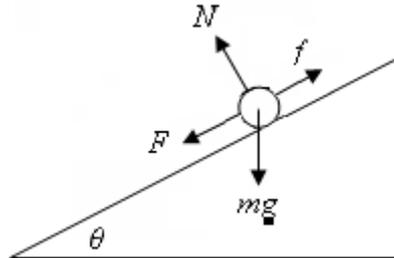


102 學年度高級中學自然學科競賽高雄區複賽物理實驗二參考解：

【實驗設計原理及裝置步驟】

將塑膠管彎成一圓弧，圓弧所在的平面垂直地面。



圓珠沿仰角 θ 的斜面滾動時，受重力的分量產生的抗力 $N = mg \cos \theta$ 。

由此得阻力 $f = \mu mg \cos \theta$ ，重力的分量產生的推動力 $F = mg \sin \theta$ 。

圓珠沿斜面位移 $ds = dx \sec \theta$ ，

阻力造成動能減少量 $= f ds = (\mu mg \cos \theta)(dx \sec \theta) = \mu mg dx$ ，

若行程由 (x_1, y_1) 至 (x_3, y_3) ，位能減少量

$$= mg(y_1 - y_3) = \mu mg(|x_1 - x_2| + |x_2 - x_3|)。$$

各行程都可得 $\Delta y = \mu \Delta x$ ，取各行程的 Δy 對 Δx 作圖，直線的斜率即為阻力係數 μ 。

1. 配合支架及平板調整成能使圓珠在塑膠管內多次來回擺動之狀態，且圓弧所在平面垂直地面，管之曲率半徑大於 25 公分。
2. 將白紙固定在塑膠管與平板之間以記錄圓珠在管內運動之痕跡，將圓珠從塑膠管一端自由釋放，以筆立即畫出圓珠來回擺至最高點之位置，一直到其圓珠停在最低點為止。
3. 以白紙之左下角為(0,0)，配合直尺測量讀出白紙上各點的座標值，然後計算出各行程之 Δx 及 Δy 值。(因為沒有水平儀校正故取同側)
4. 以 Δy 對 Δx 作圖，找出線性關係式。
5. 關係式之斜率即為阻力係數 μ 。

【數據記錄】

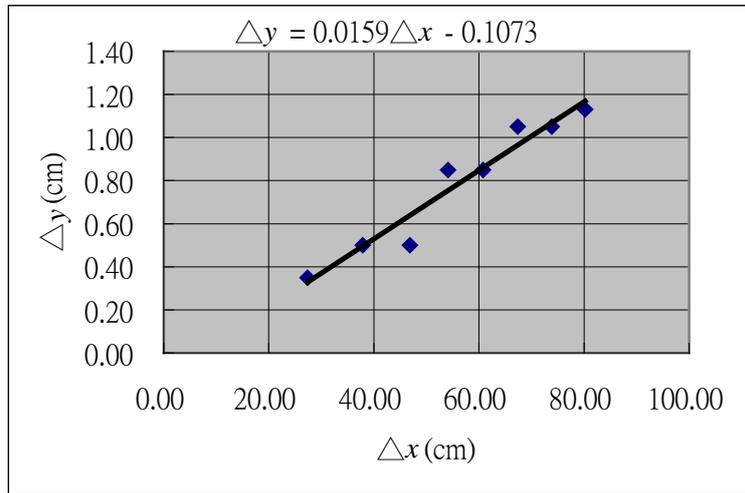
圓珠位置點	位置座標(x(cm),y(cm))
1	(42.60,12.43)
2	(0.85,12.15)
3	(39.30,11.30)
4	(3.90,11.10)
5	(35.90,10.45)
6	(7.10,10.60)
7	(32.40,10.10)

8	(10.85,10.20)
9	(27.15,9.90)
10	(16.10,9.90)

【計算分析及作圖】

行程之起點與終點	$\Delta x(\text{cm})$	$\Delta y(\text{cm})$
1、3	80.20	1.13
3、5	67.40	1.05
5、7	54.10	0.85
7、9	37.85	0.50
2、4	73.85	1.05
4、6	60.80	0.85
6、8	46.85	0.50
8、10	27.35	0.35

以 Δy 對 Δx 作圖結果如圖所示，呈線性關係。



【實驗結果及討論】

- (一) 作圖算得之直線方程式為 $\Delta y = -0.1073 + 0.0159\Delta x$ ，故阻力係數 $\mu = 0.0159$ 。
- (二) 本實驗減少誤差的操作注意事項及實驗討論為：
 - (1) 避免圓珠來回擺動的速率太快來不及在白紙上畫下正確的圓珠位置，操作時儘量將塑膠管最高點放低，使圓珠由斜率較小高度較低的位置自由釋放。
 - (2) 避免眼睛來回晃動造成位置記錄錯誤的發生，圓珠釋放時先在白紙記錄塑膠管左側(或右側)位置，重覆釋放再記錄塑膠管另一側圓珠位置。
 - (3) 由於數據變化並不大稍有偏差可能造成極大誤差，記錄圓珠位置時務必對準其質心位置。
 - (4) 圓珠在高速運動時，空氣阻力很重要，使阻力係數 μ 較大；低速運動時，阻力係數 μ 值趨於穩定值。
 - (5) 圓珠和塑膠材料之間的壓縮並非彈性壓縮。圓珠滾動時在其前方壓縮塑

膠損失的動能無法在其後方完全恢復，能量的損耗造成阻力。