

101 學年度高級中學自然學科競賽第 10 區複賽

物理科實驗試題第一題參考解

原理：

由阿特伍德機，如圖一
線性運動滿足牛頓定律

$$Mg - T_1 = Ma$$

$$T_2 - mg = ma$$

一、若不考慮轉動慣量及摩擦力的影響，則

$$T_1 = T_2$$

可得

$$(M - m)g = (M + m)a$$

測量 M 、 m 及 a 帶入上式，即可求得重力加速度 g 。

二、考慮轉動慣量及摩擦力的影響

$$T_1 - T_2 = \frac{I}{R} \alpha + \mu N$$

其中 I 為滑輪之轉動慣量， R 為滑輪半徑， μ_k 為定滑輪與轉軸間之動摩擦係數。

$$N = (M + m)g$$

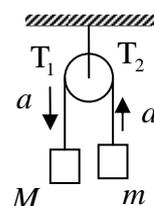
$$a = R\alpha$$

$$\Rightarrow (M - m)g = (M + m)a + \frac{I}{R^2} a + \mu(M + m)g$$

$$\Rightarrow (M - m) \frac{g}{a} - (M + m) = \mu(M + m) \frac{g}{a} + \frac{I}{R^2}$$

以 $(M - m) \frac{g}{a} - (M + m)$ 對 $(M + m) \frac{g}{a}$ 作圖，則

斜率 $\beta = \mu$

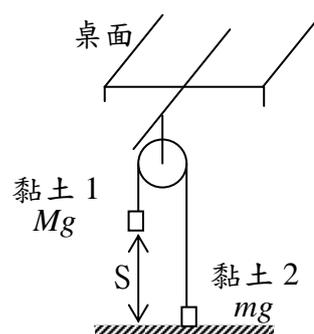


圖一

步驟：

一、測量重力加速度

1. 將定滑輪固定於桌緣，在滑輪兩端以棉線分別懸掛黏土，如圖二。
2. 將黏土 2 鉛直拉至地面，測量此時黏土 1 至地面的距離 S 。
3. 測量黏土 1、滑輪、黏土 2 整個系統之加速度 a
 - (1) 鬆手讓整個系統自由運動。



圖二

(2) 測量黏土 1 落至地面所需時間 t 。

(3) 系統加速度 $a = \frac{2S}{t^2}$ 。

4. 改變黏土 1 及黏土 2 之質量，重複步驟 3。
5. 以 $(M+m)a$ 對 $(M-m)$ 作圖，斜率即為所求 g 。

二、定滑輪動摩擦係數隨正向力之影響

步驟 1~3. 同上。

4. 改變黏土 1 及黏土 2 的質量，但總質量維持不變（即 $M+m=K$ 定值）。
5. 改變 K 值，重複步驟 1~4。
6. 以 $(M-m)\frac{g}{a} - (M+m)$ 對 $(M+m)\frac{g}{a}$ 作圖，斜率即為 μ 。

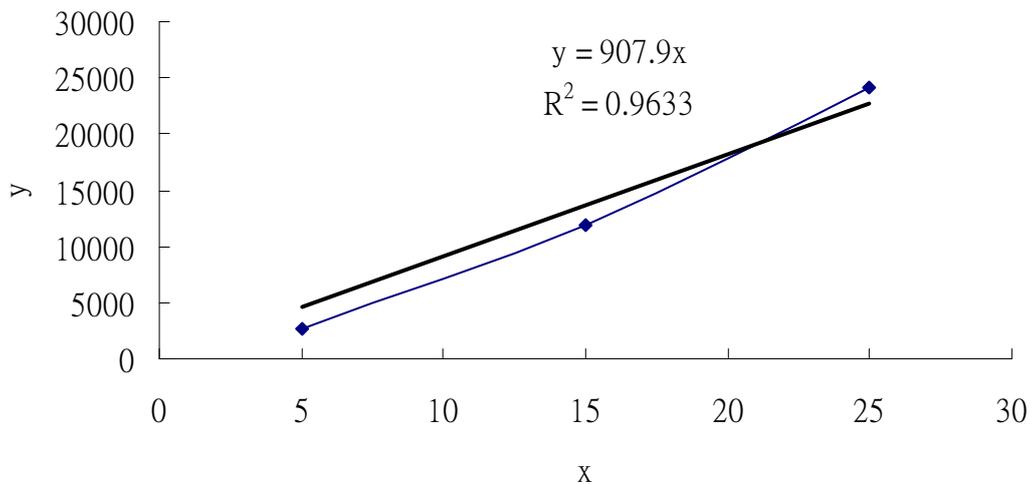
數據分析：

一、測重力加速度

$S = 76.4 \text{ cm}$

M+m(g)	M(g)	m(g)	t(sec)					
			1	2	3	4	5	平均
125	65	60	2.62	2.64	2.71	2.67	2.71	2.67
125	70	55	1.20	1.23	1.33	1.27	1.31	1.27
125	75	50	0.84	0.95	0.86	0.94	0.86	0.89

$(M+m)a$ v.s. $(M-m)$

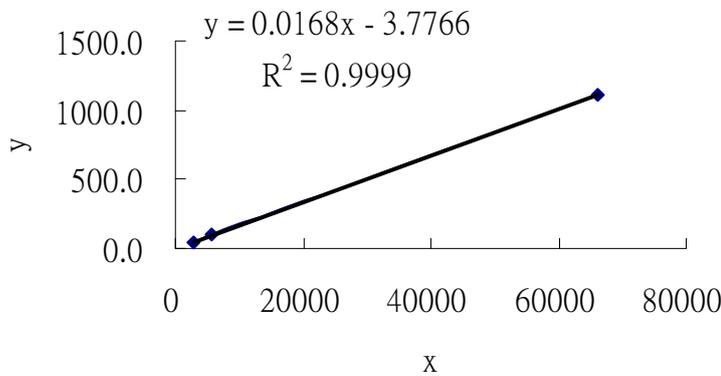


由圖形斜率得 $g = 907.9 \text{ cm/sec}^2$

二、正向力對動摩擦係數之定性分析

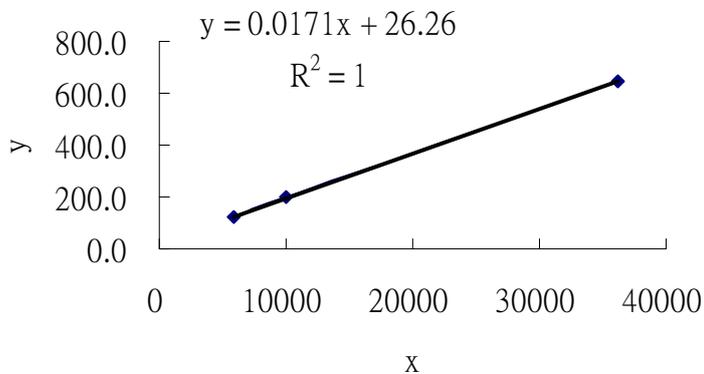
M+m(g)	M(g)	m(g)	t(sec)					平均
			1	2	3	4	5	
245	125	120	6.76	6.44	6.49	6.13	6.64	6.49
245	130	115	1.92	1.88	1.81	1.88	1.90	1.88
245	135	110	1.30	1.35	1.40	1.30	1.29	1.33
360	185	175	3.89	4.02	3.96	3.94	3.97	3.96
360	190	170	2.01	2.11	2.11	2.07	2.12	2.08
360	195	165	1.53	1.63	1.63	1.63	1.53	1.59

(一) $(M - m)\frac{g}{a} - (M + m)$ v.s. $(M + m)\frac{g}{a}$ 【(M + m) = 245 g】



由圖形斜率得 $\mu = 0.0168$

(二) $(M - m)\frac{g}{a} - (M + m)$ v.s. $(M + m)\frac{g}{a}$ 【(M + m) = 360 g】



由圖形斜率得 $\mu = 0.0171$

綜合以上數據推論 μ 隨正向力 N 增大而略有增加。