

以理論解析微量天平 $10^0-10^{-5}g$

國中教師組物理第二名

花蓮縣立花崗國民中學

作者：劉正章 葉春蓮



以理論分析現今國中學生所製作之微量天平，並加以合理的改良，所得的數學式中，若能適當選取常數，則得下式：

$$\Delta m_1 = \left\{ \Delta m_2 a + [\tan \theta - \tan(\theta + \Delta \theta)] \Delta m_3 d \right\} \div b$$

其中 Δm_1 為待測質量， $\Delta m_2, \Delta m_3, \Delta \theta$ 均為變數，其餘符號為常數。

以此式為依據，我們開始製作天平，而完成此一作品，其中該改良之處尚多，只是花蓮缺乏我們所需之材料與儀器。所以這件工作之完成，還有賴先進之士繼續努力。

可是我以為這作品給我們最大的教訓是「知必能行」雖在最尖端的科技發展中屢被使用，日常實用事物也「應當」以此法為正統，才能養成學生良好的科學態度——知其然亦知其所以然。

我只想平實地介紹您認識這理論與工藝的結晶——新微量天平

如何使用新微量天平

刻度表：使指針可游動於 $30^\circ \sim 30^\circ$ 之間，比照 \tan 函數圖表，將這期

間分成100格，則每格代表 $\frac{\tan \theta \Delta m_3 d}{50b}$ ($b = 50\text{cm}$

， $d = 7\text{cm}$ ，注意—每格之距離皆不相等，此因 \tan 函數圖並非直線形)。我們只須將砝碼加在D處，即可隨意改變稱量範圍。若稱量物超出 $2 \tan \theta \Delta m_3 d \div b$ ，則在B上增添砝碼，即可稱出此物之質量。

依導出之公式： $\Delta m_1 = \left\{ \Delta m_2 a + [\tan \theta - \tan(\theta + \Delta \theta)] \right.$
 $\left. \Delta m_3 d \div b \right\}$

天平 編號	Δm_3	稱量範圍	$\Delta m'_3$	$\frac{\Delta m_3 + \Delta m'_3}{\Delta m'_3}$	稱量範圍
No.1.	28.1mg	0.045-4.5mg	0 mg	28.1mg	0.045-4.5mg
No.2.	41.84mg	0.068-6.8mg	82.0mg	123.34mg	0.2-20mg
No.3.	48.6mg	0.0785-7.85mg	1756mg	1857.6mg	3-300mg
No.4.	12800mg	20.7-2070mg	5770mg	18570mg	30-3000mg

例1. 蘿蔔種子：

$$\Delta m_2 = 0 \quad , \quad \Delta m_3 = 123.8 \quad , \quad \Delta \theta = 29.2^\circ$$

$$\therefore \Delta m_1 = 0.2 \times 48.8 = 9.76\text{mg}$$

例2. 蓋玻片：

$$\Delta m_2 = 0 \quad \Delta m_3 = 1857.6 \quad \Delta \theta = 28.8^\circ$$

$$\therefore \Delta m_1 = 3 \times 48 = 144\text{mg}$$

新微量天平與分析天平稱量結果之比較：

稱量物	孔雀草種子	矮石竹種子	金魚草種子	蓋玻片	針頭	蚊子	貝殼(1)	貝殼(8)	貝殼(9)
分析天平	4.2mg	1.9mg	0.2mg	139mg	16.1mg	3.3mg	19.0mg	676.4mg	765.4mg
新微量天平	4.28mg	1.97mg	0.16mg	144mg	16.6mg	1.51mg	19.2mg	676mg	765mg

各天平比較一覽表：

儀器	物理天平	簡易微量天平	分析天平	日常稱量器	新微量天平
靈敏度	—100mg	— 10^{-1} mg	—1mg	—1000mg	—0.01mg
範圍	10^2 — 10^{-1} g	10^{-2} — 10^{-4} g	10 — 10^{-4} g	10^4 —1g	1 — 10^{-5} g
費用	500元	5元	5000元	500元	5元
構造	普通	簡單	複雜	普通	簡單
操作	簡單	簡單	複雜	簡單	簡單
質地	不易損壞	不易損壞	易損壞	不易損壞	不易損壞

產生誤差的原因可能是，花蓮找不到要求的材料與技術，所待致進之處尚多。
請多批評並不吝予以指正。