

分析天秤暫行檢定 及使用方法

第二機械工業部第三研究所編印

前 言

這本書編寫地目的，主要是通過它以便於統一各廠礦理化室中一些基本操作，達到各廠間互相分析結果一致，以保證質量；其次，是便於各廠用它來培養新入化驗室的練習生同志，經過短期學習，正確的掌握化驗室一些基本操作，以利於整個工作的開展，所以在編寫方面，力求淺簡扼要，切合實用，對一些理論部份涉及較少。換句話說，它是適合於文化程度較低，並向專業發展的同志，用以奠定化驗室普通基礎知識。

它的內容，主要是吸收蘇聯先進經驗，和一般化驗室知識，經過我們研究學習，結合當前工作需要而選擇的，但由於我們在這方面經驗不足，技術能力有限，其中遺漏和錯誤的地方，必定不可避免。希望各單位在試用中，發現問題，及時提出，以便於廣泛的進行交流，共同提高，也逐漸使這本書更加豐富和完善。

第三研究所

1954.6.23.

分析天平目次

分析天平.....	1
第一節 普通分析天平.....	2
(一) 原理.....	2
(二) 構造.....	4
(三) 良好條件.....	5
(四) 使用和保管.....	6
(五) 檢查和清理.....	8
第二節 分析砝碼.....	10
第三節 稱量法.....	12
(一) 直接稱量法.....	12
(二) 置換稱量法.....	18
(三) 雙稱量法.....	19
第四節 分析天平的鑑定.....	21
第五節 砝碼的校驗.....	25
第六節 特種分析天平.....	34
(一) 空氣制動掛鈎砝碼電視讀數分析天平.....	35
(二) 封閉式單盤，空氣制動， 全部添加砝碼平衡，電示讀數分析天平.....	40
附錄：分析天平分析砝碼暫使用規則.....	43

分析天秤

分析天平是化驗工作中，最首要的工具。所以在定量分析上，秤得準確重量是最基本最重要的操作。

化驗分析的結果，一般多以重量百分數來表示。如果試料勻一，確能代表全體；選用檢驗合格的試藥；採用最好的，先進的分析方法；加上化驗人員的技術操作非常熟練；若是使用的天平不精確，砝碼重量不正確，所有以上的有利條件和努力都起不了作用。分析結果是不能夠正確的。

因此化驗人員必須澈底了解分析天平的構造、性能、使用和一般的檢修程序；必需精確地掌握秤量操作；必需熟練砝碼的校驗，求出砝碼的補正數據。唯有這樣才能保證分析上的質量，提高化驗的精確度。

分析天平是極精細的儀器，平時要謹慎使用，加意愛護。化驗室所用各種分析天平，一般可秤重至100克或200克，可秤準確至0.1毫克(0.0001克)或0.01毫克(0.00001克)分析天平型式頗多，按使用和敘述方便，可分為二大類；

(一) 普通分析天平：構造較簡單，是化驗室通常習用的等臂天平，無特殊的裝置。

(二) 特種分析天平：構造較普通分析天平複雜，附有特殊的設備，能夠迅速秤取試料的重量。如附有掛鈎砝碼，電示讀數，制止振動等等裝置。但是特種分析天平的基本原理和構造是同於普通分析天平的。

因此首先要澈底了解普通分析天平。

第一節 普通分析天平

(一) 原理 普通分析天平是一種短臂、等臂的槓桿（見圖 1）支點位於槓桿的中央分桿為二等臂，左端置一物，重多少

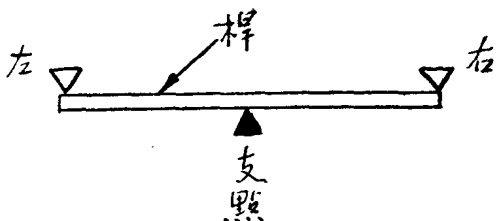


圖 1

不知。右端置已知重量的砝碼。如桿向左傾斜，表示左端物重，相反桿向右傾斜，表示右端砝碼較重，如果槓

桿水平，不左右傾斜，因此砝碼的重量即相等於物重。

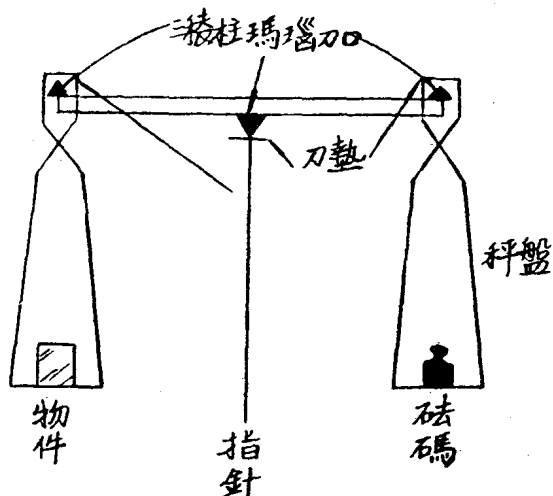


圖 2

實用上，以上述原理加以必要的裝置和設備，在槓桿中央固定一垂直指針（見圖 2）。由於指針的振動，很快就辨別出槓桿

的微量傾斜。指針向右偏斜表示左端物重，如向左偏表示右端砝碼較重，如指針停留在中央不動，表示左右重量相等。

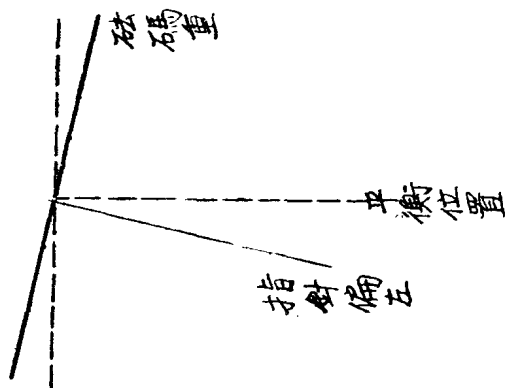
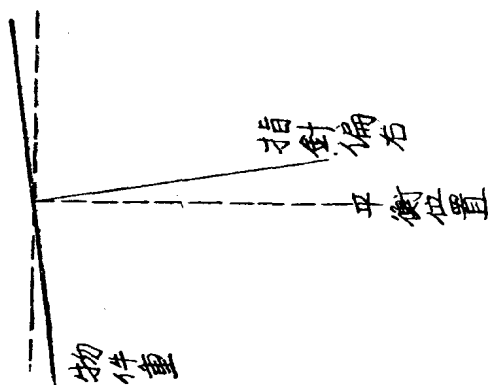


圖 2



在支點左右兩端，各裝有三稜柱體的瑪瑙刀口在秤重時，刀口和刀墊（瑪瑙平板）相接觸，如此可以增進天平的靈敏度；再在左右兩刀墊上掛附秤盤便於放置秤物及砝碼。

明白了以上的要點，所以說普通分析天平在基本原理上要求

左右二臂要真正等長，和三個刀口要銳利靈敏。如要經常保持刀口的銳利，靈敏度就大，因此使用人要加以特別愛護建立使用和保管的制度，由專人切實負責。

不無故磨損刀口是在稱量時，時刻要抓住的要領。

圖3. 普通分析天平的構造：

1. 天平梁(鋁質，取其重量較輕)。
2. 游碼刻度尺(左右二邊刀口至中央刀口間各等分一百小格)。
3. 中央刀口。
4. 重心調整螺。
5. 平衡調整螺。
6. 指針。
7. 指針振度板。
8. 掛鐘(內有刀墊)。
9. 秤盤(懸於掛鐘鈎上)。
10. 手把(開關)。
11. 彈簧片。
12. 休架。
13. 活動臂。
14. 秤盤托墊。
15. 垂綫。
16. 游碼滑桿。
17. 游碼鈎及游碼。
18. 腳架。
19. 水平調整螺。
20. 邊刀口。
21. 玻璃座板。
22. 圓柱。
23. 天平箱。
24. 腳墊。

(二) 構造：先將圖3仔細看一遍，並弄清各部名稱，然後在普通分析天平正面坐下按下列項目察看各部構造。

1. 天平箱(23)支於三腳架(18)上，腳架要坐於腳墊內(24)，後腳高度固定，前兩腳可用水平調整螺(19)，作高低調整，以校正天平是否水平。天平如為水平位置，垂綫(15)的針尖正和柱座針尖相對〔若天平中無垂線體必有氣泡水平儀(見圖4)位於柱座後方或在圓柱(22)上部〕轉動水平調整螺可使垂線下垂點針尖相對準，或使氣泡水平儀中空氣泡正在紅圈內。

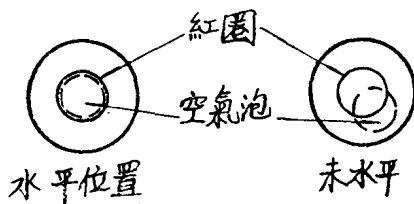


圖4

2. 天平箱下部有玻璃座板(21)四面均為玻璃窗門，前門可上下啓閉，左右二側門可向外開或向後推開。

3. 天平梁(1)支架於中央圓柱(22)

上，柱頂讓有瑪瑙刀墊(25)梁中央有瑪瑙主刀口(3)兩邊有邊刀口(20)。一般所說的等臂天平就指主刀口至兩邊刀口的距離相

等，主刀口朝下，兩邊刀口朝上。在秤量時主刀口與柱頂刀墊密切接觸。天平樑即可自由擺動。所以刀墊要求平滑，刀口要求細緻銳利，成一直線，而且三刀口要求在同一水面上。

4. 天平樑上部有平衡調整螺(5)如左盤下傾，指針(16)向右擺動，調整平衡螺向右旋轉使天平平衡。天平樑中部有重心調整螺(4)可以上下旋移，藉以調整天平樑的重心位置。(有的重心調整螺位於指針上)。

5. 在指針與天平樑連結處，有游碼刻度尺橫列平行固定於天平樑上。在兩邊刀口上部，均各垂掛一特狀的鉸(8)，各掛鉸內有刀墊。天平樑在不使用時三支點架於天平樑休架上(12)，三刀口均與瑪瑙刀墊相分離，可保護刀口不被磨損。

6. 掛鉸在不使用時，由休架上螺釘支持，經常與邊刀口分離，鉸上有架框，下懸一掛鉤可懸秤盤(9)，秤盤下有秤盤托墊(14)，在使用天平時，托墊因手把開關旋動，因此下落離開秤盤底。

7. 圓柱(23)由螺釘固定於玻璃座板上(21)柱中裝有傳動桿，藉手把開關旋轉，傳動桿自可升降，因此能使活動臂作用(13)。至於休架，由於活動臂下降，加上彈簧的作用，也同樣下降，如此休架便與秤樑分離了。

8. 指針下垂，長度達圓柱底座上面，針尖擺動於指針振度板(7)內，板上刻有標尺。

9. 在天平樑上部天平箱右側，裝置一活動細桿(16)名游碼滑桿。可以左右滑動，桿左端下垂一游碼鉤(19)，可將游碼隨意置於天平樑橫刻度尺上。

10. 天平箱下部有手把開關(10)，一般使用天平時向右旋，不使用時左旋，因手把軸轉動可使秤盤托墊彈簧片作用。因此手把旋動後，天平樑刀口便落在瑪瑙刀墊上，秤盤托墊離了秤盤。

(三) 良好條件

1. 準確

天平臂堅固水平，兩臂等長，相同重量物置於秤盤中，應

得相同的秤量，連續秤同一物質每次所得秤量，亦必相同。

2. 安定

天平在使用後，天平臂必須回復原有水平平衡位置，否則便不安定。要適合此項條件，除天平臂具相當強度外，而秤樑重心，必須在中央主刀口的中心線上，且位於刀口的下方。

3. 敏感

一般說天平的敏感度（靈敏度）係指天平秤盤在零位平衡狀態，如一端秤盤中放入 1 毫克砝碼，指針必因之擺動至一定角度而休止。此角度用指針振度板上刻度標尺來表示。如指針靜止於該格，即以格數多少代表其感度。

普通分析天平的敏感度如達 3~5 格，就適合一般定量分析用了。如果天平的敏感度大於 5 格，秤重時需要較多時間，有時指針振動有不規則的現象。若天平敏感度未達 3 格，可調整重心調整螺絲使天平樑重心上移，因重心接近刀口，敏感度可增大。

4. 振動

良好分析天平的振動週期要小，如果振動週期大，指針振動時間長，那末秤重需要較長的時間。常用普通分析天平振動週期約 5~10 秒。

（四）使用和保管

（1）分析天平應置於良好適宜的場所。

1. 天平室最好與一般實驗室隔離，避免酸煙的侵蝕。
2. 室內窗向北開，避免日光直射，可得定溫。
3. 放置分析天平不可靠近窗戶或暖氣裝置處。
4. 室內清潔乾燥，無灰塵，門需密閉。
5. 分析天平位於堅固不受振動的台上。
6. 天平室不宜設置於二樓以上，最好為平地。地下室如有潮氣亦不適宜。

（2）分析天平的位置應調整至水平時，方可使用。

（3）天平不使用時秤樑必支持在休架上。否則有損傷刀口及刀鎚。使天平敏感度降低。天平在使用後立即整理清楚，秤盤

中不准留有砝碼或秤物。

(4) 使用天平時先清理天平內外，用鷄羽或駱駝毛刷清除秤盤等塵埃。秤重時，先轉動手把開關，使秤槓脫離休架。同時秤盤托墊離開秤盤，因此指針振動。尋求零點位置後，立即轉動手把開關向右旋關閉。將所要秤量的物件置於左盤中，（如被秤物重量在一克以上先在粗天平秤其重量）。再將砝碼置於右盤中，輕輕旋轉手把，如指針向右偏傾太多，立即旋閉手把，再添加砝碼。如指針向左偏傾太多，說明秤盤中砝碼應減少。添加或減少砝碼，均需先關閉手把後，再進行添減。即雖微小砝碼或使用游碼時，均不得粗暴，不准當秤槓在振動時，隨意添減。否則極易損耗刀口。

(5) 一切試樣均需秤量，不得直接放入秤盤中，以避免損壞秤盤。適宜的秤皿，如秤量瓶，表面皿、坩堝，小三角瓶或其他輕小特別的秤具。凡有腐蝕性液體或固體及揮發性物質，應在密閉秤器中秤重。

(6) 被秤物的溫度應與天平室室溫相同。不得將灼熱秤物置於秤盤中秤量。非但秤不準確，而且有損秤盤。

(7) 天平秤重不能超過其最大負荷，一般秤重的限度，看天平的敏感度而定。所謂安全負荷，通常係指使天平的敏感度降至其最大敏感度的40%時的負荷。在此時天平本身已發揮其最大的勝任能力，再加大負荷必損傷天平了。

(8) 天平內外經常保持清潔，如有試料潑散於秤盤中，天平台上，或室內地面上應立即清除。

(9) 不准使用任何溶劑或其他液體清潔秤盤。

(10) 取用砝碼只准用骨角或塑料頭鑷子。不准用銅頭鑷或鐵鑷子，以免損傷砝碼。使用砝碼時應先將大砝碼置於盤中央，順次為小砝碼，依大小輕重順次排列。小於10毫克均使用游碼騎於游碼刻度尺上平衡物重。用骨角鑷子夾大砝碼時，需極小心，避免將砝碼丟落於台上或地上。一切砝碼均不得用手接觸，計算重量時需先檢査砝碼盒中的空格，再以秤盤中砝碼總數相核對，

最後加上游碼所指示毫克數。將此數值立即記錄本中。再進行砝碼的補正。然後在秤盤中取出所有砝碼，填入盒中空格內。砝碼不使用時，將玻璃板壓在部份砝碼上（小砝碼），關閉盒蓋時要留心玻璃板勿被壓斷折損。

（11）置被稱物於左盤中時要啓用左玻璃門，置砝碼於右盤中時啓用右門。放置完畢，立即關門。正面玻璃門清理時使用，稱量時三面門關閉，避免空氣流動影響稱量的正確。

（12）在整個定量分析過程中，要用同一台天平及同一盒砝碼。

（13）天平箱內常用硫酸或其他固體乾燥劑（如氯化鈣等）吸收水份。

（14）天平梁、休架、刀口、刀墊等均應定期清潔。天平敏感度，每月應有記錄填入卡片內。

（15）每台天平宜有專人負責，天平室亦應有專人負責，如遇事故應詳細記載。

（16）天平使用時有不正常情況或須調整時，均應先得到保管負責人的同意和協助後進行。

（五）檢查和清理：

（1）每月清潔天平刀口刀墊等一次，清潔後即定敏感度（靈敏度）應在3～5格間，如小於3格調整重心螺，使其達3格以上敏感度。

（2）每半年將天平作一次全面檢查。總結使用情況和提出意見。

（3）如天平梁刀口，刀墊休架上有塵埃，需拆卸天平清潔，其步驟如下：

1. 在台上平鋪絲布一方，帶上絲質手套，帶上口罩。
2. 取下左右二秤盤，置網上，分別左右。
3. 分別取下左右二掛鉤，記清左右。
4. 用右手握住指針，左手旋動手把。將秤梁輕輕從休架上取下，有時需要偏轉角度，此時動作要細心，切勿將刀口撞於休架

上的任何螺旋，並注意指針切勿折損。

5. 用駱駝毛刷清除天平樑上任何塵埃。

6. 將天平樑在迎亮處觀察刀口，記錄其情況，如有損傷用圖說明，記錄於卡片上。

7. 將天平樑穩安置於絲綢上，指針尖朝上。

8. 檢視圓柱頂上及掛鐙內的刀墊，清除塵埃。

9. 將天平內外清潔後，掛鐙秤盤用綢擦淨後，仍用左手握旋手把。右手握天平指針使天平樑正常地架於休架上。恰使秤樑上三點架於休架上，務使其穩定。切勿使刀口接觸刀墊。

10. 分別前後左右將掛鐙裝上。

11. 掛上秤盤，分別左右。

12. 校正水平位置，調整零點，定出敏感度，即可使用。

第二節 分析砝碼

砝碼是確定物體重量的標準，其準確與否，在定量分析中關係極大。化驗室中稱量單位多用克。其基準以純水在其最大密度時（4℃）1立方公分體積的質量定為1克。但此標準在實用上不便。通常以1公斤國際原器為準，其千分之一是為1克。

分析砝碼配合分析天平使用。一般為200克或100克一組，如按其組合方法，可分為下列三系：

（1）「1125」系 其排列順序：

克：(100) 50 20 10' 10'' 5 2 1' 1'' 1'''

毫克：500 200 100' 100'' 50 20 10' 10'' 5 2 1' 1'' 1'''

（2）「1225」系 其排列順序：

克：(100) 50 20' 20'' 10 5 2' 2'' 1

毫克：500 200' 200'' 100 50 20 20'' 10 5 2' 2'' 1

（3）「1235」系 其排列順序：

克：(100) 50 30 20 10 5 3 2 1

毫克：500 300 200 100 50 30 20 10 5 3 2 1

以上各系砝碼均附有10毫克游碼二個。有的砝碼係「1125」系和「1225」系的混合型也有「1125」系和「1235」系的混合型。上列1克以上砝碼多為黃銅鍍金，鍍銀或鍍鎳。在1克以下的砝碼或稱為「部份砝碼」多為鎳片，德國銀片或鋁片所製。游碼係紅鉛絲所製成。小於10毫克以下的部份砝碼通常不使用，而以游碼騎於刻度尺上的讀數來表示。游碼刻度尺一般在中央處為0向左右標刻10等份，其全長正是中央刀口至邊刀口的距離。如此游碼重10毫克騎於4上便是4毫克，在每個大等份中再分標10小格或5小格，如此分標10小格者，每格相等於 $\frac{1}{10}$ 毫克。5小格者，每格相等於 $\frac{1}{5}$ 毫克。因此如附圖5游碼騎於下列情形，游碼讀數為4.1毫克，即是0.0041克。

在「1235」系砝碼中，除了有二相同重的游碼外其他砝碼面值均無相同的。但「1125」系和「1225」系砝碼面值均有相

同的。爲便於識別及校驗砝碼起見，通常在面值相同的砝碼上，用堅硬鋼尖鑿一號號如「·」或「★」或數字「1」「2」等。

所有砝碼均置於襯有法蘭絨布の木製砝碼盒或電木塑料盒內。砝碼盒中除了包括上述砝碼外並附有部份砝碼盒，及玻璃板，骨角銅鑷。

分析天平所用砝碼在使用前均先需校驗。未經校驗的分析砝碼不得使用。常用砝碼每滿一年或半年要復驗一次。

所謂「標準砝碼」是與國際標準原器進行直接或間接校驗的砝碼決定值。

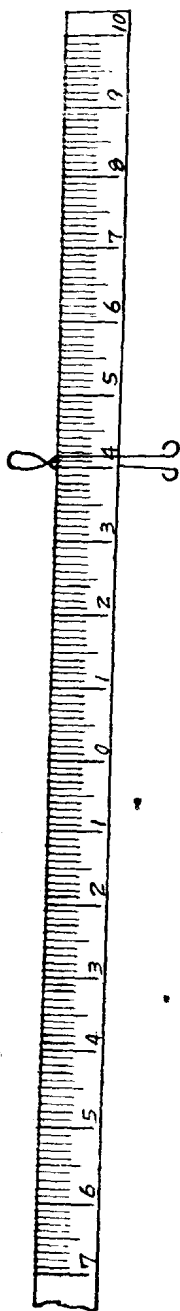


圖 5

第三節 秤量法

秤量法有三種：（1）直接秤量法（常用秤量法）（2）置換法（校驗砝碼時所用秤量法）（3）雙秤法

分述如下：

（一）直接秤量法：

被稱物體置於左盤內，砝碼置於右盤內，達到零位平衡後，則此物體的重量相等於砝碼的重量。此法是一般最常用的秤量法，但因天平兩臂存有誤差，不能絕對等臂，而且物體與砝碼的比重又不相同，其受空氣浮力的影響亦各不相同，故所得重量並非物體的真正重量，而是真重量的某一定關係數量。

秤量步驟一般如下：

（1）清理天平，尋求零點。

（2）直接秤量，先加較重砝碼，次加較小砝碼。

（3）秤量至10毫克以下重量時，使用游碼平衡。

（4）讀數及計算均記錄在記錄本中，最後整理砝碼及天平。

上述詳細操作分別條列如下：

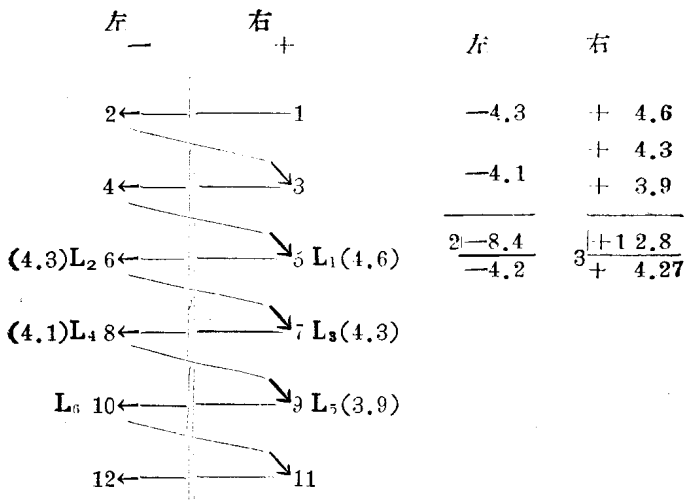
1. 尋求零點。

天平在清理調整以後，秤盤中無任何負荷即進行零點的測定，先將游碼置於刻度尺的零位，放置準確，以左手輕輕旋動手把，向左旋轉，使三刀口徐徐與刀墊相吻合密切接觸。此時秤盤托墊亦離開盤底，秤梁可自由擺動，如指針的振幅不大，徐徐開啓右門以手揮招，使氣流吹動右盤，能使指針振動加大，然後關上右門，俟箱內氣流穩定以後，開始讀數。指針在振度板上左右擺動，左面讀數為負數（—），右面為正數（+），中央標綫為0。指針最好能在±5格間擺動，讀數要正確，眼部位置端正，不要因指針偏右，頭部向右傾，否則影響讀數。（因要求讀取 $1/10$ 刻度的估計值。）普通連續讀數五次：左三次，右二次或左二次，右三次均可。

例如：（1）指針擺動穩定讀數記錄如下：

計算法：

$$\text{零點位置} = \frac{\frac{L_1 + L_3 + L_5}{3} + \frac{L_2 + L_4}{2}}{2}$$



$$\text{零點位置} = \frac{-4.2 + 4.3}{2} = +0.05$$

+0.05的意義即指針不擺動時便停止於+0.05處（右方）

(2) 左	右
L ₁ = -3.5	L ₂ = +4.0

L ₃ = -3.2	L ₄ = +3.7
-----------------------	-----------------------

L ₅ = -3.0	<u>2</u> +7.7
	+3.85
<u>3</u> -9.7	
-3.23	

$$\text{零點位置} = \frac{-3.2 + 3.9}{2} = \frac{+0.7}{2} = +0.35$$

在測定零點時應注意下述各項：

(1) 指針振幅過大，偏向一端太甚，無法讀數時，帶上綠手套，調整天平上端平衡調整螺。

(2) 指針振幅較大，兩邊擺動相似，可等指針多擺動數回後，選取士(3~5)格的讀數。

(3) 零點位置通常宜在士0.5格以內。

(4) 觀察指針振動避免視差。眼睛部位在讀左右數值時應一致。

(5) 平衡調整螺不要經常調整。

(6) 零點常隨溫度及氣流影響而變化。

(7) 左手自握手把後，直至關閉天平後，方能離開。

(8) 讀數宜取五次連續值，因指針零點不在左右連續兩擺動極端的中央。

附註：測定零點(或休止點)一般化驗室習用五次讀數法，但亦可採取四次讀數法，例如：(1) 選取： $L_1=+4.6$
 $L_2=-4.3$ $L_3=+4.3$ $L_4=-4.1$ 四讀數(依次取用)

四次讀數計算法：

$$\text{零點位置} = \frac{L_1 + L_4 + 3(L_2 + L_3)}{8}$$

$$\begin{aligned}\text{例(1) 零點位置} &= \frac{(+4.6) + (-4.1) + 3[(-4.3) + (+4.3)]}{8} \\ &= \frac{+0.5}{8} = +0.051\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{例(2) 零點位置} &= \frac{(-3.5) + 3.7 + 3(4.0 - 3.2)}{8} = \frac{0.2 + 2.4}{8} \\ &= \frac{2.6}{8} = +0.33\end{aligned}$$

結果與五次法稍有誤差，原因：(1) 五次法計算在理論上較準確。(2) 取讀數的估計值要精確至 $1/10$ 格有視差存在。

2. 敏感度的測定：