

# 萬能分度器

## 初小組應用科學科第一名

台北縣興南國民小學

作者：洪其秀、陳詩旻、黃軒、王怡琇

指導教師：張政義、陳中雲

## 一、研究動機

我在使用分度器時，發現分度器可以畫不同角度的角，也可以測量物體的一些角度，但有些小的物體內角卻無法量出來，我們想尋找一種可以測量各種角度的器具，使它不會受到物體形狀限制，在和老師討論下，我們展開了研究。

## 二、研究目的

- (一)找出直接測出角度的好方法。
- (二)利用實驗改進的過程，訓練我們用科學方法解決問題，使研究和生活相結合，把知識變成有用的知識。

## 三、研究器材和設備

- (一)分度器、直尺、三角板、圓規。
- (二)紙、螺釘、銅釘、膠片、膠管、木板、鉛子、棉線、魚線、筆鑽孔機、鋸子。

## 四、研究的過程

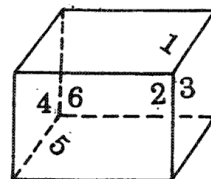
### (一)怎樣量角度才好？用三角板和量角器方便嗎？

問題討論→在觀察中，我們發現角度會有“內角”“外角”的區別（如圖：1、2、3我們稱為“外角”；4、5、6我們稱為“內角”）分度器的使用因而受到限制，所以我們用不同的方法來加以觀察比較。

#### 【研究一】

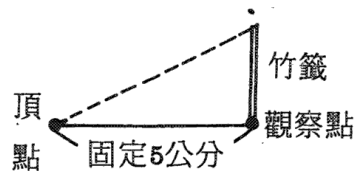
方法：1.我們用

- (1)目測法—用眼睛直接觀察。
- (2)高度法—用不同長度竹籤，分別代表角度，在距離角的頂點，固定距離觀察。



(3)分度器法—用分度器直接測量。

(4)三角板法—用三角板直接測量。



四種方法測量各種物體的內、外角，有： (2)高度法

甲 物品—書本、窗戶、桌子、箱子、門、黑板、教室牆壁、斜角木板、擦子、講臺。

乙 平面圖形—角、三角形、正方形、正五邊形、正六邊形、正八邊形、圓形。

丙 立體模形—三角錐（實心）、三角柱（實心）、三角錐（空心）、三角柱（空心）。

2.分別測量甲、乙、丙的內外角，並加以比較。

結果：1.甲、乙、丙物品的角度，都可以用分度器測出外角，非常方便。

2.高度法不易測量內、外角，因為物品多為 $90^\circ$ 。

3.三角板可以測出物品 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 的內、外角度。

4.目測法非常的不準確，無法適用。

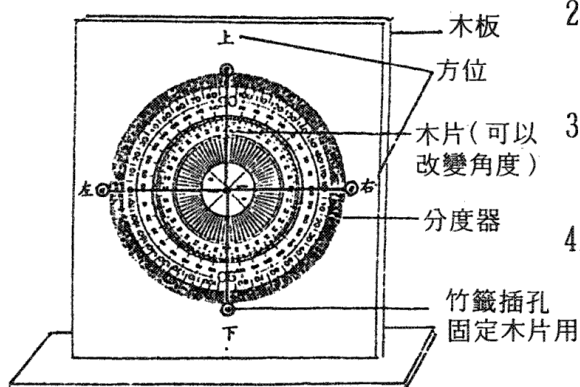
5.我們發現內角仍然不容易測量。

### (二)鉛垂法好用嗎？水平法呢？

問題討論→我們想到自然課中，測量太陽高度角的方法和土木工人測量水平的方式來觀測。

### 【研究二】

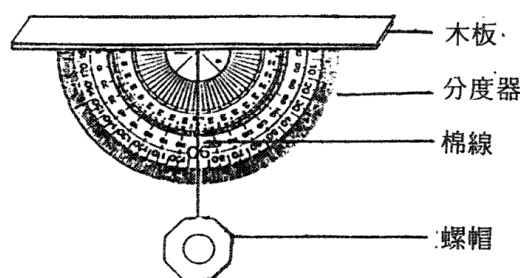
方法：1.在觀測中，我們發現內、外角的位置，有上、下、左、右的不同，我們用木板、紙板、分度器、竹籤做出可以改變上、下、左、右角度的“角度台”，如圖：



2.我們把分度器固定在25公分長，25公分寬的木條上。

3.用棉線和螺帽（當鉛垂）固定在量角器的中心點，做指標指示角度。

4.在角度台上分上、下、左、右測試內、外角。



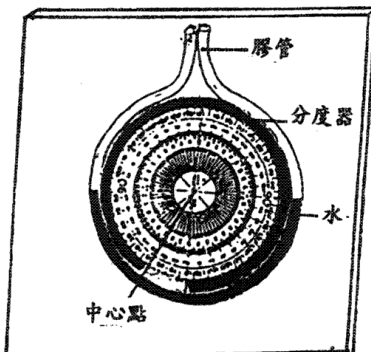
結果 項目	測量 區	上		下		左		右	
		內	外	內	外	內	外	內	外
能否測量		×		○		○		○	
測量範圍		×		5° ~180°		5° ~180°		5° ~180°	

“○”表示可以測量 “×”表示無法測量

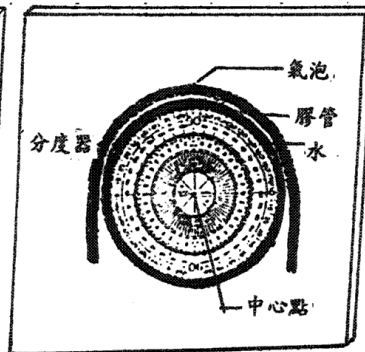
- 結果：1.上區的內、外角不能測出角度。  
 2.下、左、右區的內、外角可以測出角度。  
 3.如果內角可以測量的位置很小，用鉛垂法就不易測量。

### 【研究三】

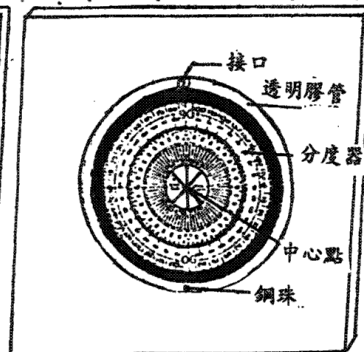
- 方法：1.我們用直徑1公分的膠管做觀察柱。  
 2.膠管附在長25公分、寬25公分（面板）及長25公分、寬20公分（底板）上，兩板成“⊥”形。  
 3.中間附有量角器，共三型，如圖。  
 4.我們用研究二的方法來測量，並比較三型的優缺點。



說明：1.利用水保持平面原理。  
 2.當板面傾斜時，兩端水面會移動，以水面高度到中點的角度，為測量角度。



說明：1.利用氣泡上浮原理。  
 2.測角度時，氣泡會浮動，以氣泡中心點到中心點的夾角，為測量角度。



說明：1.利用滾動和物體下墜的原理。  
 2.當板面傾斜時，以鋼珠到中心點的夾角，為測量角度。

結果 項目	測量 區	上		下		左		右	
		內	外	內	外	內	外	內	外
能否 測量	第一型	○	×	×	×	×	×	×	×
	第二型	○	×	○	×	×	×	×	×
	第三型	○	×	○	×	○	×	○	×
測量 範圍	第一型	90°~180°	×	×	×	×	×	×	×
	第二型	90°~180°	×	90°~180°	×	×	×	×	×
	第三型	90°~180°	×	90°~180°	×	90°~180°	×	90°~180°	×

結果：1.只能測量內角，以第三型最好。

2.受木板本身限制（木板外緣都是約 $90^\circ$ 角）測量時，無法測出 $90^\circ$ 以下的內角。

### (三)第一代的萬能分度器。

問題討論→研究一中，我們發現三角板可組成不同的角度來測量角度很方便，我們找出各種組合方法和新的三角板，做出第一代的萬能分度器，以測量“內角”。

#### 【研究四】

方法：1.我們把三角板組（二個）分①等腰直角三角形（ $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $45^\circ$ ）②直角三角形（ $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ ）。

2.用①+①（由二個……五個）

②+②

①+②的方法找出不同的組合角度。

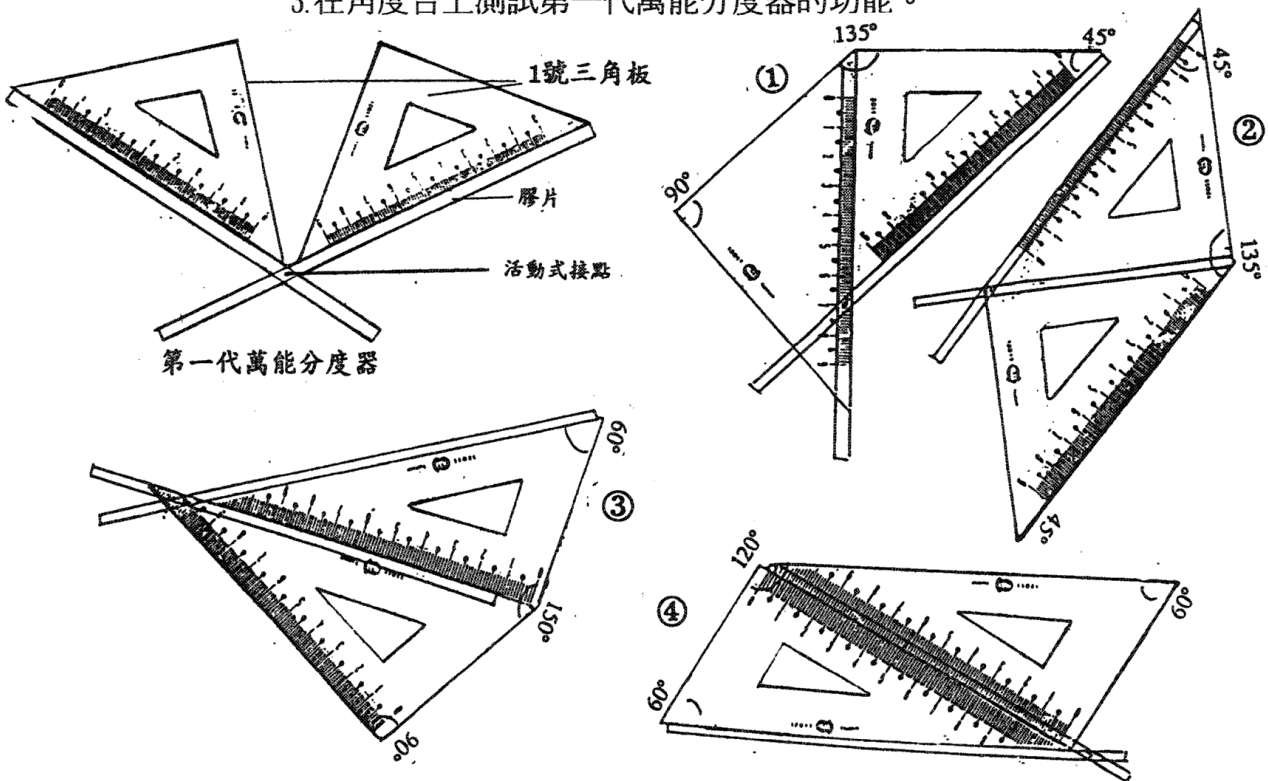
結果：1.除了 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 外，產生了 $75^\circ$ 、 $105^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $150^\circ$ 等新的角度。

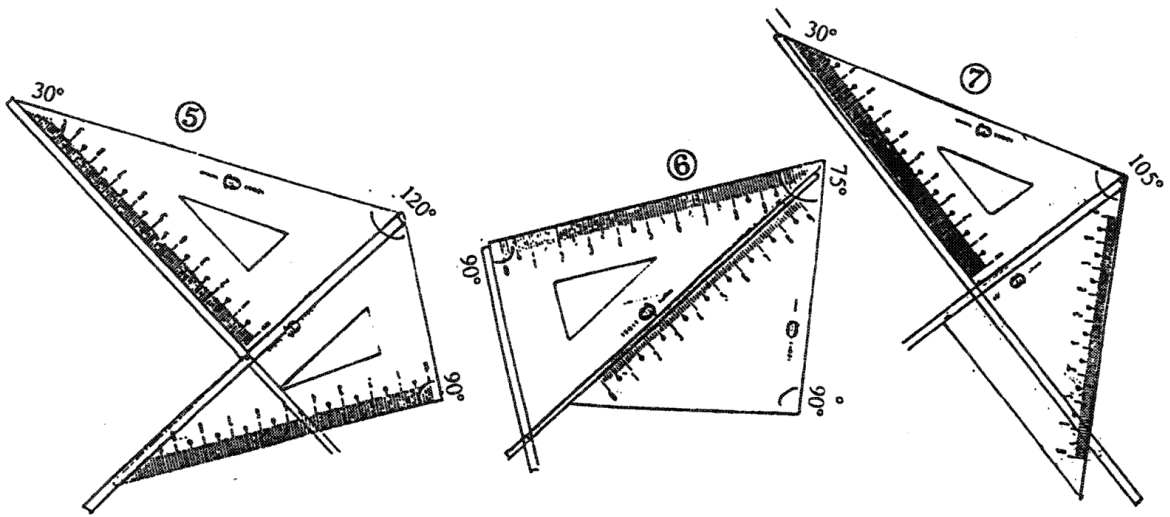
#### 【研究五】

方法：1.我們利用三角板的變化組合原理，將三角板用①+①、②+②、①+②的方法，固定在透明膠板上（長20公分、寬1公分）。

2.我們做出第一代的萬能分度器。（如圖）

3.在角度台上測試第一代萬能分度器的功能。





結果 項目	編號	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
能否測量 內角		○	○	○	○	○	○	○
測得 角度		45° 90° 135°	45° 135°	60° 90° 150°	60° 120°	30° 90° 120°	75° 90°	105° 30°

結果：1. ①~⑦都能測量內角。

2. 測量角度，不論上、下、左、右區都能測量。

3. 測量角度有限，限於30°、45°、60°、75°、90°、105°、120°、135°、150°九種，使用範圍有限。

#### (四)第二代的萬能分度器。

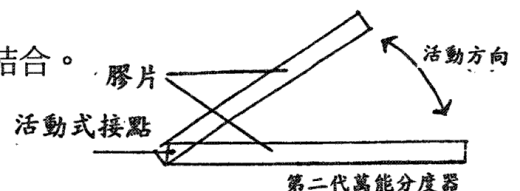
問題討論→由於第一代萬能分度器使用範圍有限，於是我們用三角板的原理，做出第二代萬能分度器。

#### 【研究六】

方法：1. 我們用長10公分、寬1公分的膠片結合。

2. 在角度台上測試。

3. 測試後，用量角器量出角度。



結果：1. 不論上、下、左、右都可以測量內角，能量0°~180°。

2. 但每測一次角度，都必須用量角器比對一次，雖然準確，並不方便。

(五)第三代的萬能分度器。

問題討論→第二代萬能分度器準確但不方便，我們又將分度器和三角板結合，做成第三代的萬能分度器。

【研究七】

方法：1.我們把第二代萬能分度器和分度器結合，做成第三代萬能分度器。

如圖：

2.我們用①、②號三角板和量角器結合，做出不同的變化。

3.把①②③④⑤在角度台上測試。

結果：1.①②③④⑤都可以測出上、下、左、右區的內角。

2.測量範圍受到分度器本身的限制。

3.測量範圍等於分度器加三角板的度數，即：

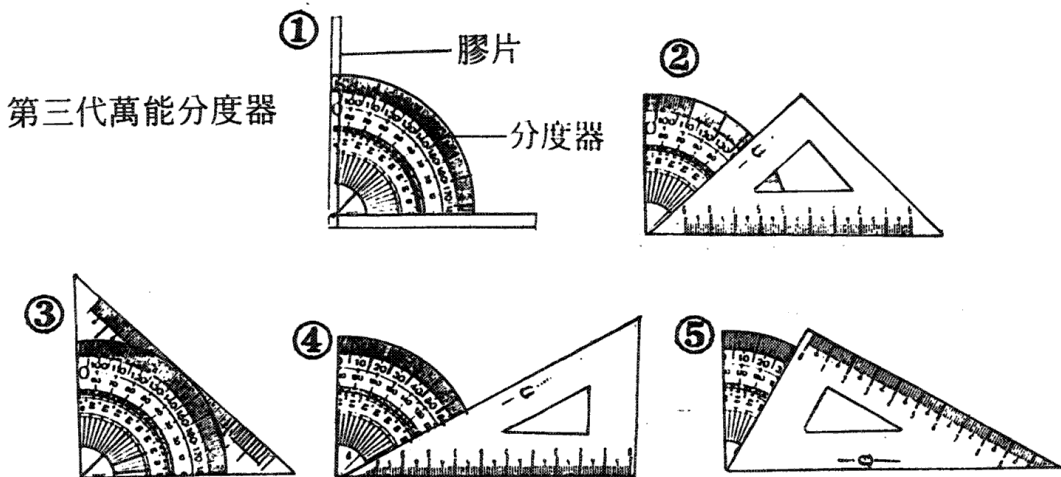
① $90^\circ$  (分度器)+ $90^\circ$  (膠板)= $180^\circ$

② $90^\circ$  (分度器)+ $45^\circ$  (三角板)= $135^\circ$

③ $90^\circ$  (分度器)+ $90^\circ$  (三角板)= $180^\circ$

④ $90^\circ$  (分度器)+ $30^\circ$  (三角板)= $120^\circ$

⑤ $90^\circ$  (分度器)+ $60^\circ$  (三角板)= $150^\circ$

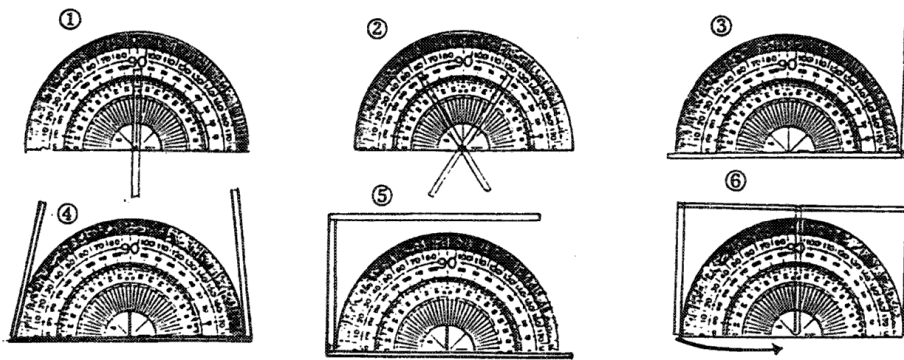


結果 項目	編號	①	②	③	④	⑤
能否測量		○	○	○	○	○
測量範圍		$90^\circ$ } $180^\circ$	$90^\circ$ } $135^\circ$	$90^\circ$ } $180^\circ$	$90^\circ$ } $120^\circ$	$90^\circ$ } $150^\circ$

4.以①、③測量範圍較大。

(六)第四代的萬能分度器（平行四邊形的利用）

問題討論→1.我們利用第二代可以準確測量，和第三代可以立即看出角度的特性，把膠片和分度器綜合二、三代的特點，做各種組合研究。



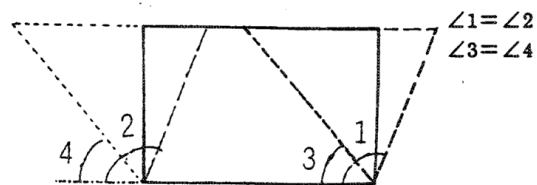
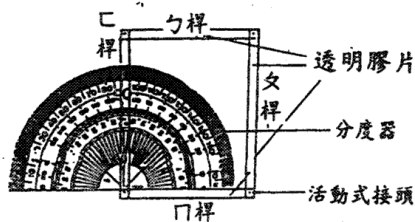
2.我們發現⑥可以測量小於 $90^\circ$ 的內角，於是我們利用⑥的原理做出第四代。

【研究八】

方法：1.我們用長20公分、寬1公分的膠片四片和分度器組合（如圖），做成第四代的萬能分度器，在角度台上測試。

第四代萬能分度器

原理：平行四邊形的特性



結果：1.我們發現第四代萬能分度器在上、下、左、右區中，內、外角都可以測量。

2.測量範圍很廣， $0^\circ \sim 180^\circ$  都可以測量。

3.方、勺桿應長些，才不會受到分度器影響。

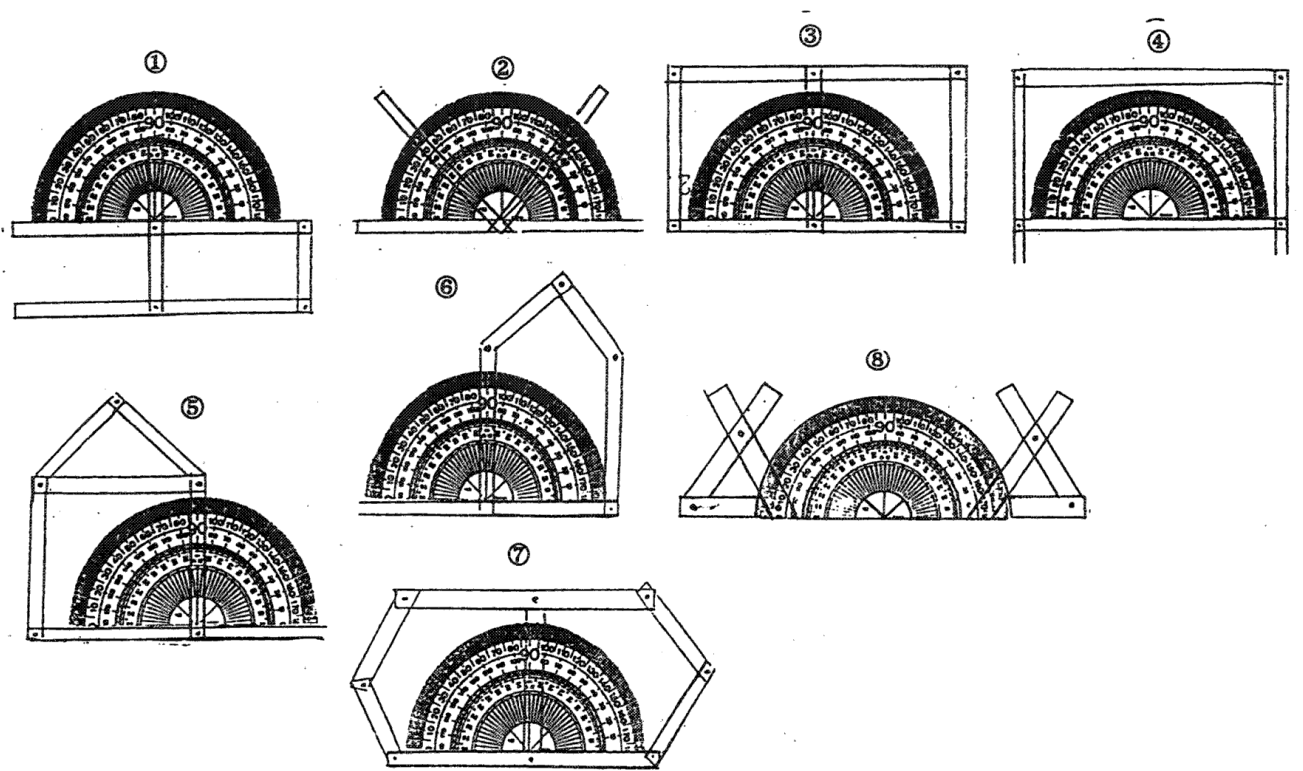
(七)第五代的萬能分度器。

問題討論→第四代萬能分度器雖然好用，但會受到分度器本身的影響，於是我們試著改進。

【研究九】

方法：1.我們做出不同的設計，如下：

2.把①~⑧放在角度台測試比較。



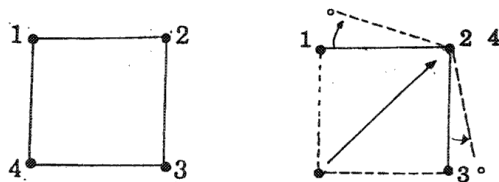
結果 項目	編號	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
	能	上	○	×	○	×	○	×	×
否	下	○	×	○	×	○	×	×	×
測	左	○	×	○	×	○	×	×	×
量	右	○	×	○	×	○	×	×	×
測量範圍		0° ~ 180°	無	0° ~ 180°	無	0° ~ 180°	無	無	無

結果：1. ①③⑤都可以測量 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$  的內角。

2. ①的變化較多，我們以它為第五代的萬能分度器。

#### (八)第六代的萬能分度器。

問題討論→ 1. 在研究中，我們發現萬能分度器所利用的平行四邊形如果是正方形，變化就不只是左右的變化，還可以改變形狀。如：



所以萬能分度器的結構以正方形最好。



## 【研究十】

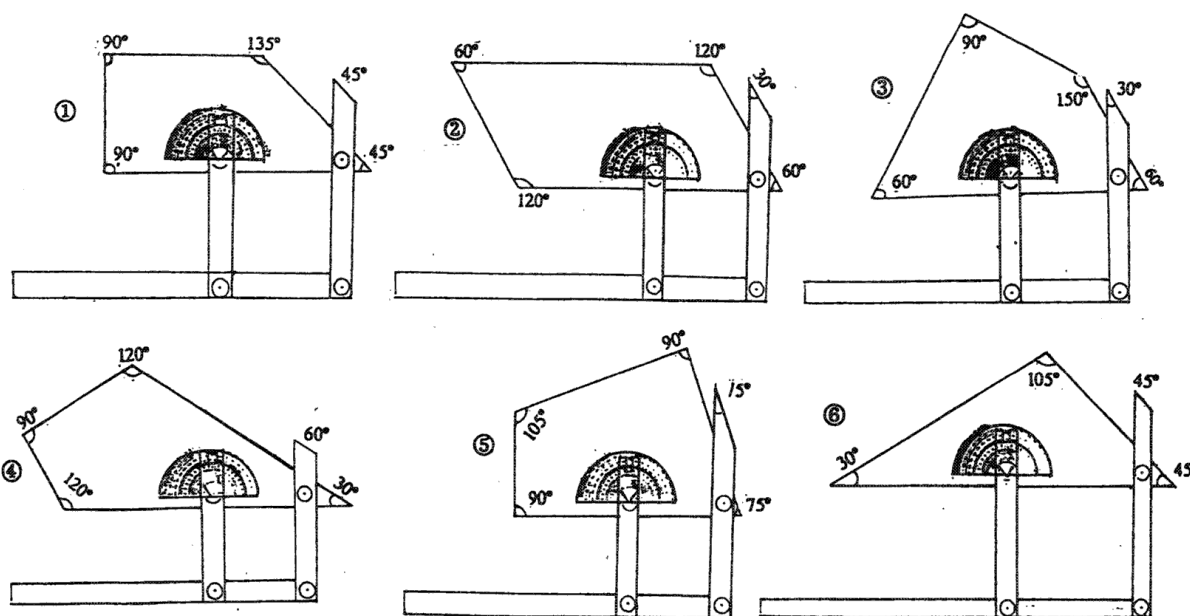
方法：1. 我們用第一代分度器的三角板組合方式，改變分度器的形狀。

2. 我們把平行四邊形定為正方形。

3. 兩種組合做成第六代的萬能分度器。

4. 在角度台上測試。

第六代的萬能分度器（如圖）



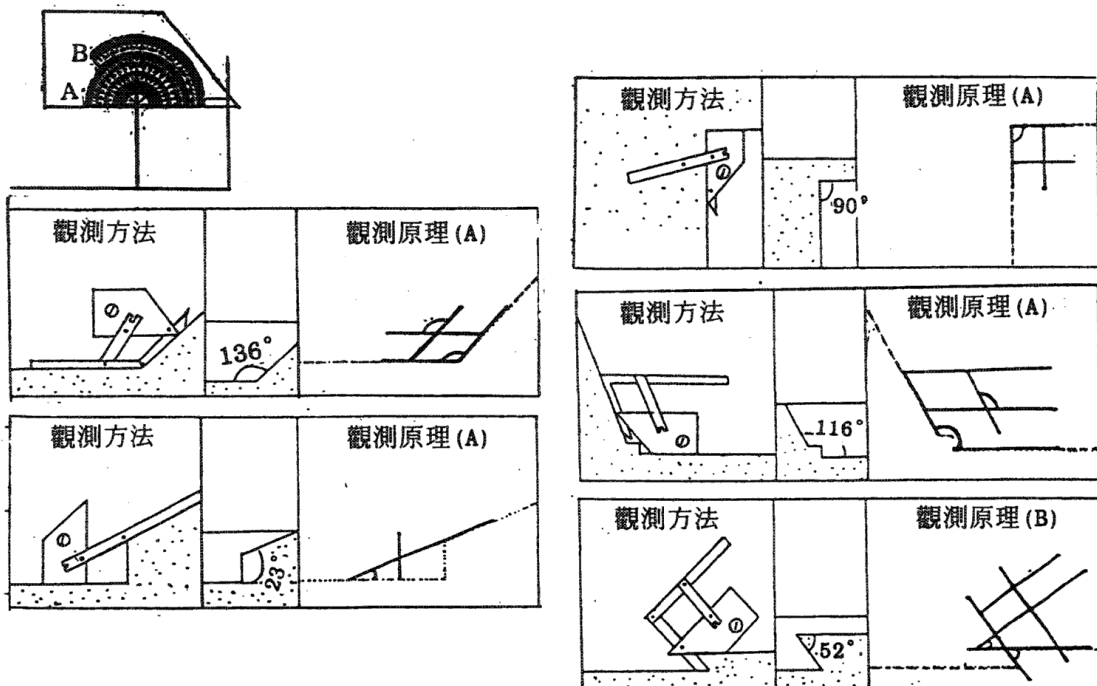
結果：1. ①～⑥的第六代萬能分度器都可以測量上、下、左、右區的內角，也可以當直尺，功能多。

2. 由於板子改進，分度器板子本身也具有各種角度，可以直接測量固定角度。

3. 我們也可以利用板子本身固定的角度，做各種小角度的測量，使測量範圍真正達到 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ，使我們非常高興。

4. 第六代的萬能分度器可以做各種變化測量。

5. 以①為例，測量方法如下：



## 六、討 論

- (一)我們很高興能設計出第六代測斜儀，並且加以應用，解決內角測量問題。
- (二)研究中，我們發現，不同物體可以互相結合，產生新功能，例如：多功能的第六代萬能分度器兼有直尺、圓規的功能。

## 七、結 論

- (一)第一代萬能分度器和三角板相同，只能量固定的內角角度。
- (二)第二代萬能分度器使用範圍廣，但使用不方便，不能馬上看出角度。
- (三)第三代萬能分度器使用方便，可以測量內角，但測量範圍有限，最多只能量  $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 。
- (四)第四代萬能分度器利用平行四邊形的原理做出來，可以說是一大突破，能做出這種方法，我們也感到興奮，但是它仍有無法測量的小角度。
- (五)第五代萬能分度器，把平行四邊形移到量角器外，仍未能解決第四代的缺點。
- (六)第六代萬能分度器，利用第一代到第五代的特性做成，並將平行四邊形確定成“正方形”，也將量角器加以變化，做出方便好用的萬能分度器，也可以具備直尺和圓規功能。

## 八、參考資料

- (一)四下自然科學課本，國立編譯館出版，86年3月。
- (二)學生科學辭典，光復書局編著，67年版。
- (三)簡易數學百科，九華出版社出版，68年3月。

## 評 語

- ①從三角板出發，利用平行四邊形的原理，創造出誤差甚小的萬能量角器，從幾何原理，一步一步的經過六代的改進，顯示創造不懈的精神。
- ②由國小四年級的數學教材，平行原理可以進一步應用至可量各種角度之工具，顯示心智上的跳躍，令人驚奇。
- ③在創作過程中經過第一代改進至第六代的經歷，為工程科學設計上，求知求善不可或缺之精神。