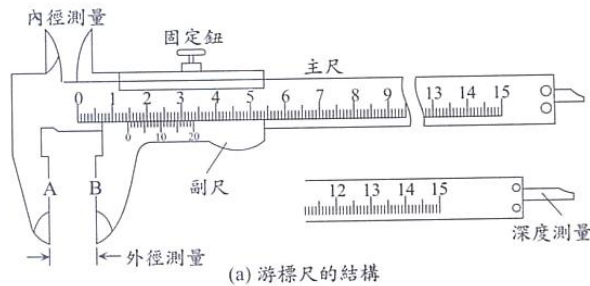


游標卡尺的使用

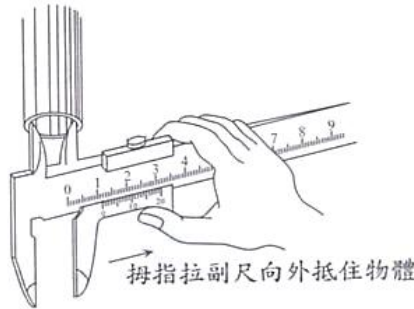
游標卡尺可對物體的內徑、外徑及深度做測量。



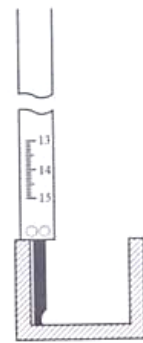
(a) 游標尺的結構



(b) 外徑的測量法



(c) 內徑的測量法



(d) 深度的測量法

精密度的定義

$$\text{精密度} = \frac{\text{移動 } 1 \text{ mm}}{\text{副尺總格數}}$$

例如：有一游標卡尺，主尺每一刻度為 1 mm

(1) 若主尺上 9 格(即 9 mm)在副尺上分成 10 小格

$$\text{精密度為 } \frac{1}{10} \text{ mm} = 0.1 \text{ mm} \text{ 。}$$

(2) 若主尺上 19 格(即 19 mm)在副尺上分成 20 小格

$$\text{精密度為 } \frac{1}{20} \text{ mm} = 0.05 \text{ mm} \text{ 。}$$

(3) 若主尺上 39 格(即 39 mm)在副尺上分成 20 小格

$$\text{精密度為 } \frac{1}{20} \text{ mm} = 0.05 \text{ mm} \text{ 。}$$

游標卡尺的設計

$$\text{精密度} = \frac{\text{移動 } 1\text{ mm}}{\text{副尺總格數}}$$

由精密度的定義，依照精密度的要求，設計游標卡尺

- (1) 若需精密度為 0.1 mm 的游標卡尺，可設計副尺總格數為 10，對應的主尺長度為 9 mm 的游標卡尺。
- (2) 若需精密度為 0.05 mm 的游標卡尺，可設計副尺總格數為 20，對應的主尺長度為 19 mm 的游標卡尺。或副尺總格數為 20，對應的主尺長度為 39 mm 的游標卡尺。

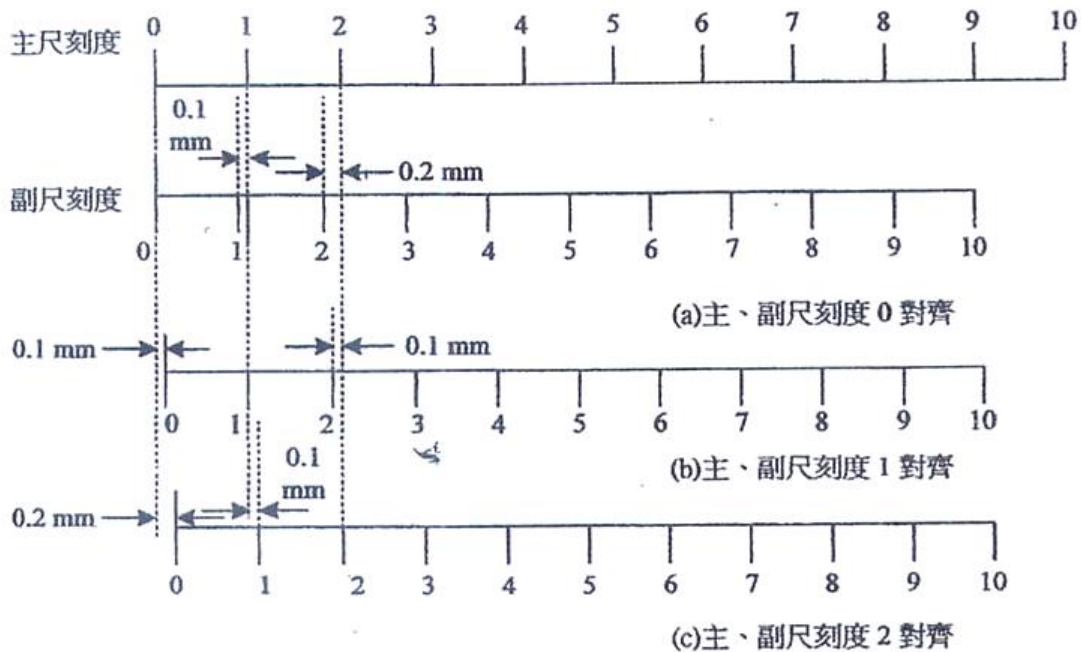
例題：

精密度為 0.1 公釐的游標尺，副尺每單位刻度的寬度為何？

[解答]：

0.9 mm

游標卡尺的原理



游標卡尺的讀法

(已知副尺零刻度介於哪兩刻度間)

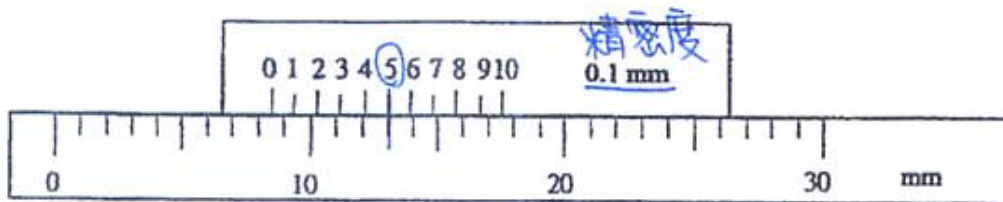
- (1) 找出副尺零刻度在主尺上的位置，記下其左鄰的刻度線讀數 x
- (2) 辨識副尺的第 n 條刻度線和主尺的刻度線對齊

待測物長度： $x + \text{精密度} \times n$

例題：

如圖所示的游標尺，下列有關之敘述，何者正確？

- (A) 待測的長度為 6.5 mm
- (B) 副尺相鄰兩個刻度之間的長度為 0.9 mm
- (C) 主尺相鄰兩個刻度之間的長度為 0.11 mm
- (D) 主尺與副尺間之刻度，最多只可以有一個對齊成一直線
- (E) 使用前不需確定主尺與副尺間之零刻度，是否可以對齊



[解答]：

(B) 待測的長度： $8 + 0.1 \times 5 = 8.5 \text{ mm}$

例題：

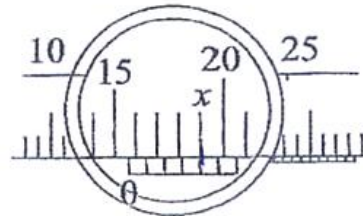
一游標尺之主尺最小刻度為 1 mm，

主尺 19 刻度相當於副尺 20 刻度。

游標尺歸零時，副尺的零刻度與主尺

的零刻度對齊。今測量某物，結果如圖所示，x 處恰好主尺

與副尺刻度對齊，則游標尺讀數應計為多少 mm？



[解答]：

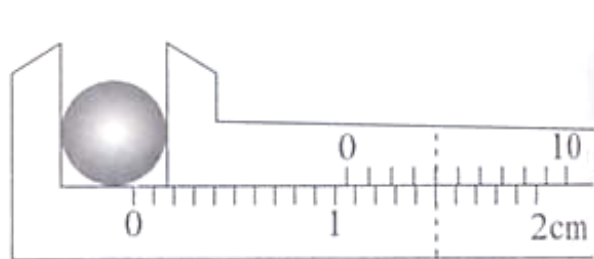
副尺的第 4 刻度與主尺刻度對齊

$$\text{游標尺讀數：} 15 + \frac{1}{20} \times 4 = 15.20 \text{ mm}$$

↓
配合精確度 0.05

例題：

以游標尺度量球的直徑，得到如圖的結果。則球的直徑為何？

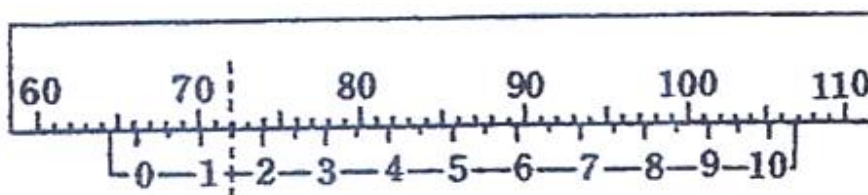


[解答]：

10.4 mm

例題：

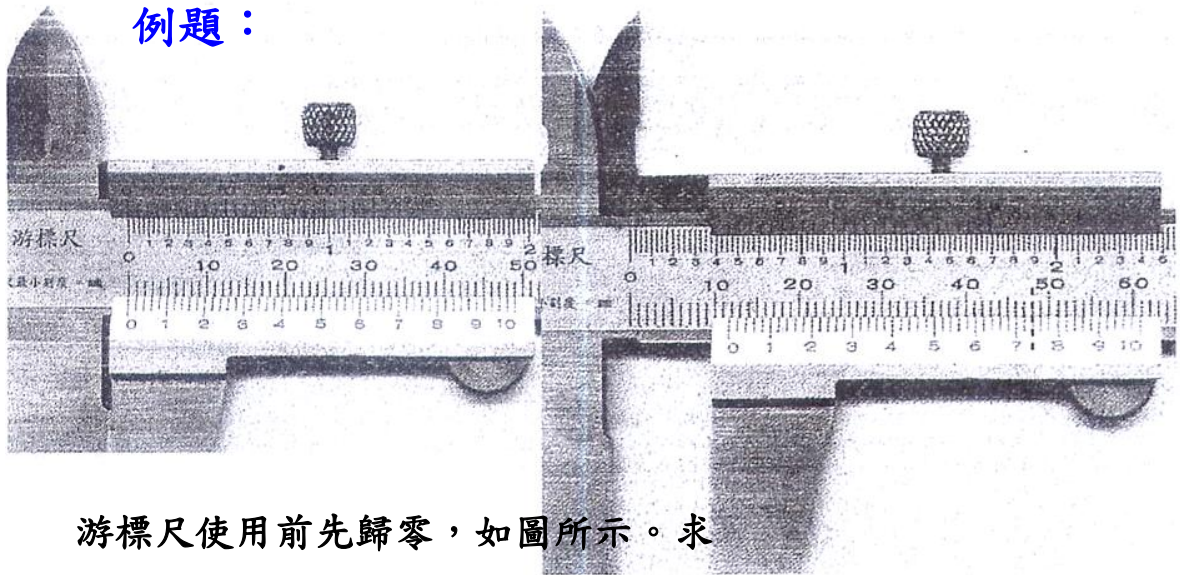
某游標尺副尺第 10 刻劃(10 刻劃共 20 小格)恰與主尺第 39 刻劃上下對齊。設該尺可歸零，求下圖的量值？



[解答]：

$$66 + \frac{1}{20} \times 3 = 66.15 \text{ mm}$$

例題：



游標尺使用前先歸零，如圖所示。求

- (1)圖中游標尺的精密度為多少 mm？
- (2)圖中游標尺所顯示量測的長度為多少 mm？
(游標尺下方刻度中，主尺最小刻度為 mm)

[解答]：

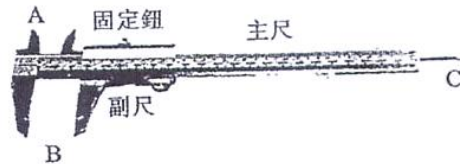
- (1) 0.02 mm (副尺共有 50 刻度)
- (2) 11.74 mm

例題：

技安使用游標尺來做測量的實驗。

技安觀查到游標尺已歸零，且游標

尺的主尺最小刻度為 1 mm，副尺上 20 個刻度恰等於主尺上的 39 mm 長度。



- (1)技安想用游標尺來測量 50 元硬幣的直徑，則應用圖中

A、B、C 哪一部分做測量？

- (2)技安測量 50 元硬幣的直徑時，發現副尺上的零刻度落在主尺上 27 mm 與 28 mm 之間，且副尺上的第 10 個刻度與主尺的 47 mm 對齊。根據此測量結果，請寫出 50 元硬幣的直徑。已知 50 元硬幣直徑的準確值為 27.2 mm，則此實驗的相對誤差為多少？

相對誤差 = (準確值 - 測量值) / 準確值 × 100%

[解答]：

(1) B 部分

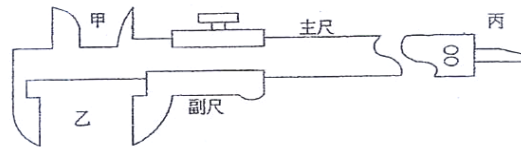
$$(2) 27 + \frac{1}{20} \times 10 = 27.50 \text{ mm}$$

$$\text{相對誤差} : \frac{27.2 - 27.50}{27.2} \times 100\% = -1.1\%$$



例題：

某生欲用游標尺測中空金屬筒的



厚度，他選用的游標尺，主尺上每一刻度為 1 公釐，副尺的 20 刻度與主尺的 19 刻度相等，而各部分代號為甲、乙、丙。第一次測金屬筒的內徑：副尺的 0 刻度介於主尺刻度 72 與 73 間，且見副尺的刻度 12 與主尺的某一刻度對齊。第二次測金屬筒的外徑：副尺的 0 刻度介於主尺刻度 86 與 87 間，且見副尺的刻度 8 與主尺的某一刻度對齊。請回答下列問題

- (1) 他所選用的游標尺之精密度為多少 mm？
- (2) 他應該使用游標尺哪一個部分來測此金屬筒的內徑。
- (3) 此次所測的內徑讀數應為多少 mm？
- (4) 依據二次測量的結果，計算金屬筒的厚度應為多少 mm？

[解答]：

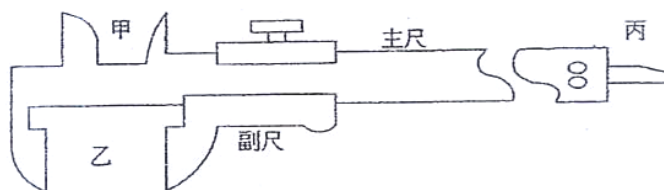
(1) 0.05 mm

(2) 甲

(3) 內徑 $72 + \frac{1}{20} \times 12 = 72.60 \text{ mm}$

(4) 外徑 $86 + \frac{1}{20} \times 8 = 86.40 \text{ mm}$

金屬筒的厚度： $\frac{86.40 - 72.60}{2} = 6.90 \text{ mm}$



游標卡尺的讀法

(不知副尺零刻度介於哪兩刻度間)

(1) 先確認副尺零刻度在主尺上左鄰的刻度線讀數 x

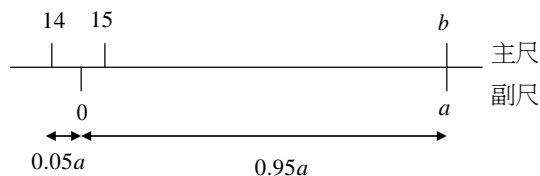
(2) 辨識副尺的第 n 條刻度線和主尺的刻度線對齊

待測物長度： $x + \text{精密度} \times n$

例題：

游標尺中主尺的最小刻度為 mm，而主尺 19 刻度在副尺劃分為 20 刻度。在某次測量中，副尺第 a 刻度恰和主尺第 b 刻度對齊，且測出的數值為 14.20 mm。則 $a + b = ?$

[解答]：



$$14 + 0.05a = 14.20 \Rightarrow a = 4$$

$$b - 14 = 0.05a + 0.95a \Rightarrow b = 18$$

$$a + b = 22$$

例題：

某游標尺之主尺 19 mm 恰等於副尺 20 分度。某次測量結果為 15.60 mm，則主尺、副尺對齊之分度分別為何？

(A) 15、6 (B) 21、6 (C) 27、12

(D) 21、12 (E) 20、6

[解答]：

(C)

例題：

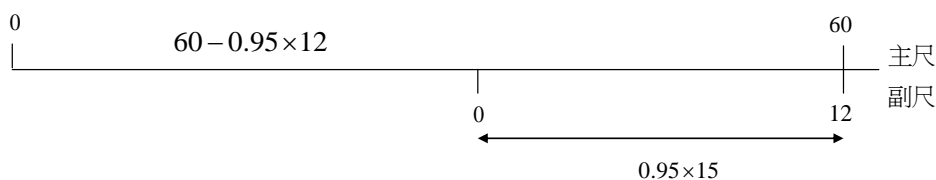
甲、乙兩人做短距離測量時，若游標尺副尺的 20 分格等於主尺 19 mm，甲測量木條長度時發現副尺的 12 分格與主尺的 60 mm 對齊，乙測同一木條的長度時，發現副尺 0 刻度位於 4.8 cm 與 4.9 cm 之間，且副尺的 6 分格與主尺的某刻度對齊。已知甲測量值為正確，而乙測量結果不正確。問乙測量結果的

(1) 絕對誤差 絕對誤差 = 測量值 - 準確值

(2) 相對誤差 相對誤差 = (測量值 - 準確值) / 準確值 × 100%

(3) 準確度 準確度 = 1 - |相對誤差|

[解答]：



甲測量值： $60 - 0.95 \times 12 = 48.60 \text{ (mm)}$

乙測量值： $48 + 0.05 \times 6 = 48.30 \text{ (mm)}$

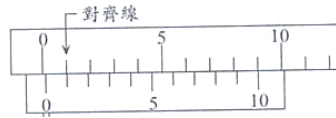
(1) 絕對誤差 = $48.30 - 48.60 = -0.30 \text{ mm}$

(2) 相對誤差 = $\frac{-0.30}{48.60} \times 100 \% = -0.62 \%$

(3) 準確度 = $1 - |\text{相對誤差}| = 99.38\%$

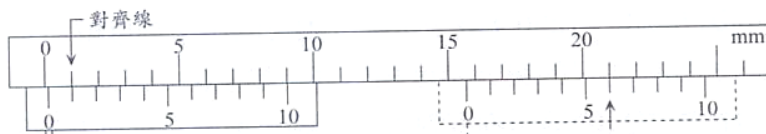
游標卡尺的歸零修正

(1) 副尺的零刻度在主尺零刻度之右



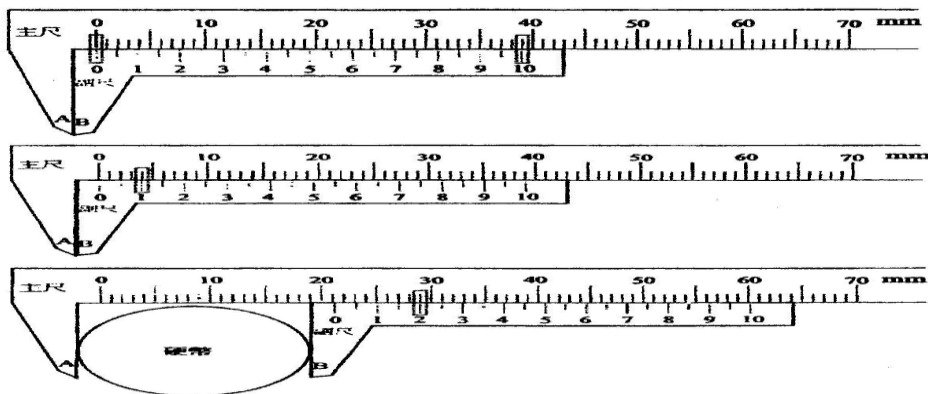
待測物長度： $x + \text{精密度} \times n - \text{精密度} \times 1$

例如：



待測物長度： $15 + 0.1 \times 6 - 0.1 \times 1 = 15.5 \text{ mm}$

例題：



上列三圖是游標尺在不同情況下的圖示。虛線框起來之處均表示主尺刻度線與副尺刻度線對齊之處。上圖為標準游標尺歸零時的情況。今有一把無法歸零的游標尺，當主尺與副尺夾緊時，副尺零刻度線在主尺零刻度線右方一點點，如中圖所示。今以該游標尺測量硬幣之直徑，如下圖所示。則該硬幣的直徑為多少？

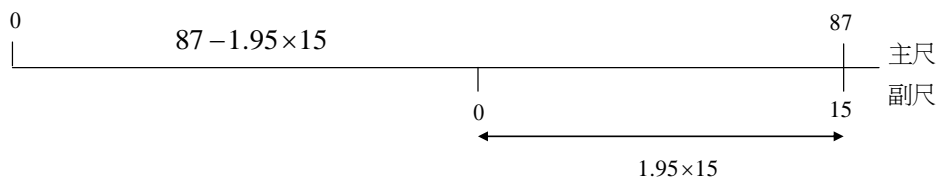
[解答]：

21.10 mm

例題：

一游標尺，主尺上 39 小格(mm) 在游尺上分成 20 小格。做歸零修正時，發現游標尺的零點在主尺零點的右邊，同時游標尺的第 9 格與主尺的某格對齊。現要量一空心圓柱的深度時，見游尺的第 15 格與主尺的 87 刻度對齊。則圓柱的實際深度為多少 mm ？

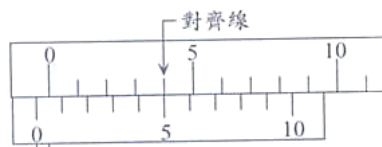
[解答]：



圓柱的實際深度： $87 - 1.95 \times 15 - 9 \times 0.05 = 57.30 (mm)$

游標卡尺的歸零修正

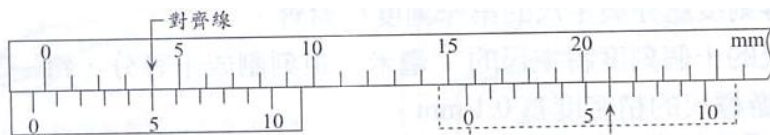
(2) 副尺的零刻度在主尺零刻度之左



副尺總格數

待測物長度： $x + \text{精密度} \times n + \text{精密度} \times (10 - 5)$

例如：



待測物長度： $15 + 0.1 \times 6 + 0.1 \times (10 - 5) = 16.1 mm$

例題：

游標尺的主尺每一刻度長為 1 mm，副尺 20 個刻度長為 39 mm。當主尺與副尺兩趾相合時，主尺與副尺的零刻度恰好互相對齊。用此游標卡尺測量一物體的長度，其副尺第零刻度介於主尺的 21 與 22 刻度間，且副尺的 a 刻度恰與主尺的 37 刻度對齊，而測出的物體長度為 b 毫米。求 $a + b = ?$

[解答]：



$$37 - 21 = 0.05a + 1.95a \Rightarrow a = 8$$

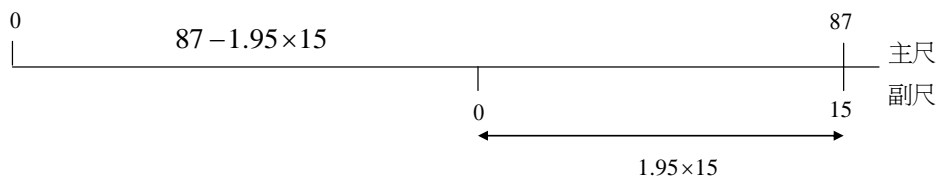
$$a + b = 29.40 (mm)$$

$$b = 21 + 0.05 \times 8 = 21.40$$

例題：

一游標尺，主尺上 39 小格 (mm) 在游尺上分成 20 小格。做歸零修正時，發現游標尺的零點在主尺零點的左邊，同時游標尺的第 9 格與主尺的某格對齊。現要量一空心圓柱的深度時，見游尺的第 15 格與主尺的 87 刻度對齊。則圓柱的實際深度為多少 mm ？

[解答]：

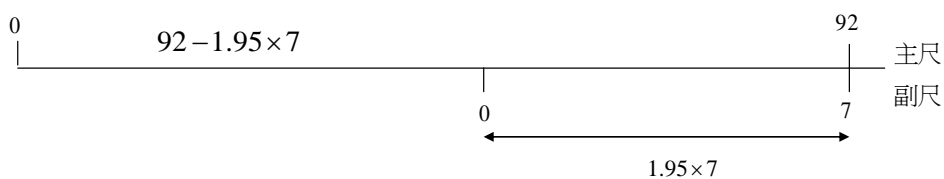


$$\text{圓柱的實際深度： } 87 - 1.95 \times 15 + (20 - 9) \times 0.05 = 58.30 (mm)$$

例題：

一游標尺主尺上 39 小格 (mm) 對應在副尺上分成 20 小格。做歸零校正時，發現副尺的零點在主尺零點的左邊，同時副尺上第 13 格與主尺的某格對齊。現要量一物品寬度時，見主尺的第 92 刻度與副尺的第 7 刻度對齊。則物品實際寬度為何？

[解答]：



物品實際寬度： $92 - 1.95 \times 7 + (20 - 13) \times 0.05 = 78.70 \text{ (mm)}$

例題： (good problem)

有一游標尺，主尺上每一刻度為 1 公釐，副尺的 20 刻度與主尺的 19 刻度相等。則

- (1) 此游標尺的精密度為何？
- (2) 游標尺歸零時，副尺的刻度 10 與主尺的刻度 9 對齊，則零點誤差為何？
- (3) 利用該游標尺測量時，下面幾個數值的表示，不正確的幾個？ 10.3 mm、10.35 mm、10.38 mm、10.30 mm、10.39mm。
- (4) 利用該游標尺測量圓柱筒的外徑時，副尺第 15 刻度與主尺第 26 刻度重合，則副尺的零點位於主尺哪兩個刻度之間？
- (5) 承上題，圓柱筒的外徑為何？

[解答]：

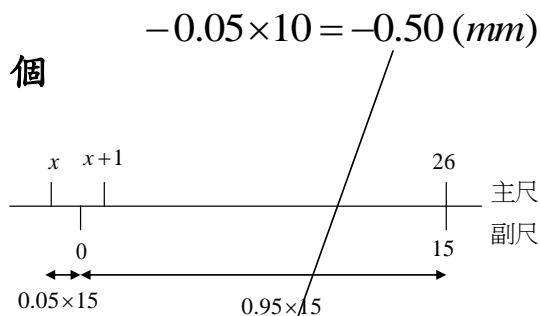
(1) 0.05 mm

(2) 副尺 10 刻度時長度為 9.5 mm，但與主尺 9 mm 重合。

表示歸零時，副尺零點左偏。

(3) 3 個

(4)



$$26 - x = 0.05 \times 15 + 0.95 \times 15 \Rightarrow x = 11$$

(5) $11 + 0.05 \times 15 + 0.5 = 12.25 \text{ mm}$

例題：

設有一游標尺，其副尺 20 刻度，相當於主尺 19 mm。歸零時，副尺 0 在主尺 0 的左側，且副尺 7 與主尺 6 對齊。測量某物時，副尺 5 與主尺 x 對齊，副尺 0 介於 12 mm 與 13 mm 之間，則

(A) 精密度為 0.05 mm

(B) $x = 17$

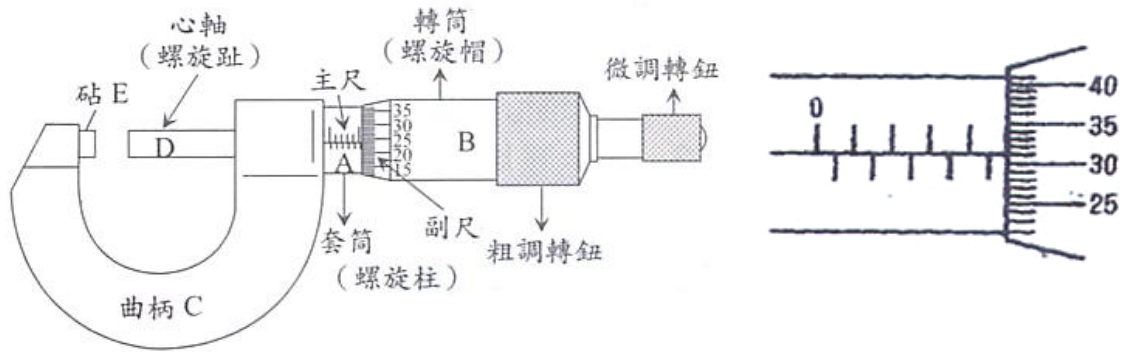
(C) 不考慮歸零的影響，則物長為 12.25 mm

(D) 若考慮歸零修正，則物長為 12.90 mm

[解答]：

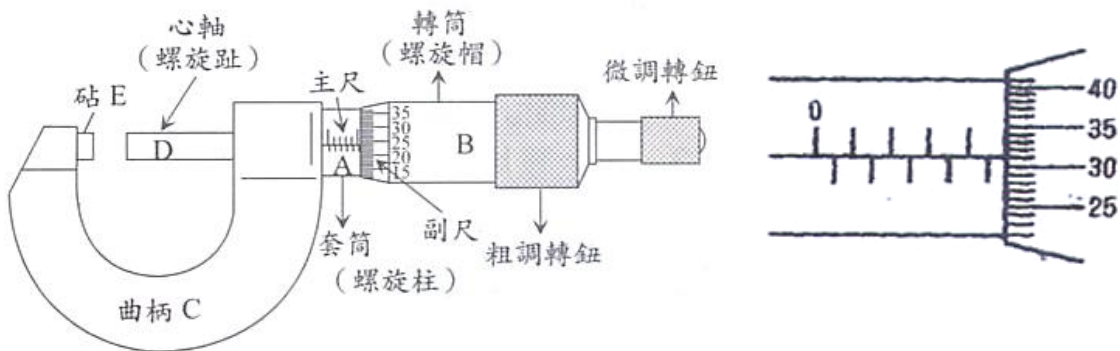
(A)(B)(C)(D)

螺旋測微器



螺旋測微器是利用螺紋的推進來測量物體的長度。主要是由兩部分組合而成。第一部分由套筒 A 與曲柄 C 組成，兩者連為一體。第二部分由轉筒 B 與心軸 D 組成，兩者共進退。

螺旋測微器的設計原理

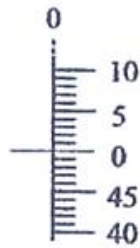
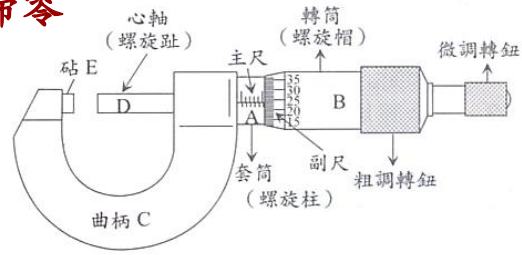


(1) 螺旋的轉筒 B 上有 50 個大刻度，每轉一周在套筒 A (主尺) 上前進一個螺距 0.5 mm，因此主尺最小刻度單位為 0.5 mm。

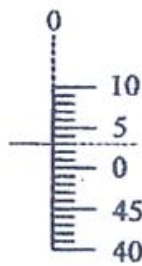
(2) 轉筒上 1 個刻度相當於 $\frac{0.5\text{mm}}{50} = 0.01\text{mm}$ ，即精密度為 0.01mm

螺旋測微器的歸零

轉動轉筒至心軸 D 與砧 E 將接觸時，改旋轉微調轉鈕至 D、E 接觸，聽到三聲「喀、喀、喀」聲響即停止轉動。觀察主尺橫線對正轉筒的零刻度線

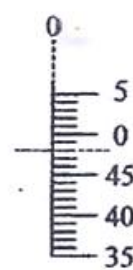


(a) 正確歸零



(b) 修正量為負值

(圖例的修正量為 -0.03mm)



(c) 修正量為正值

(圖例的修正量為 $+0.02\text{mm}$)

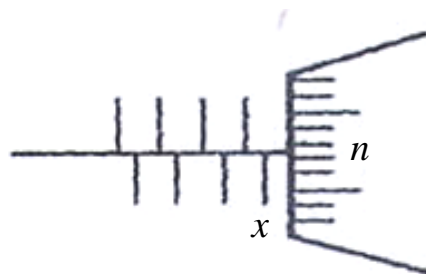
螺旋測微器的讀法

(1) 找出轉筒邊緣在主尺上的位置，記下其左鄰的刻度線讀數 x

(2) 辨識主尺的中央橫線對齊套筒上的第 n 條刻度線

待測物厚度： $0.5x + \text{精密度} \times n \pm \text{精密度} \times m$

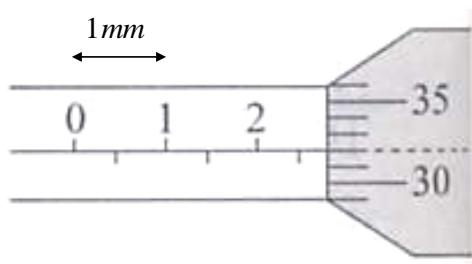
(m : 未歸零的刻度)



若主尺的中央橫線未對齊套筒上的第 n 條刻度線，需有估計值 $n.q$ ($1 \leq q \leq 9$)。

例題：

一螺旋測微器每旋轉兩圈可前進 1 mm，螺旋帽的周緣刻劃成 50 等份。未夾物時，歸零正確，夾待測物後，讀數如圖所示。則待測物厚度為何？

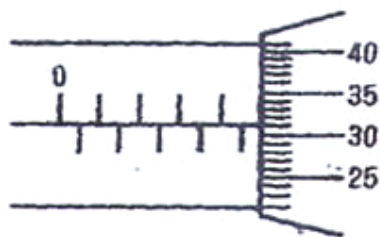


[解答]：

$$0.5 \times 5 + 0.01 \times 32 = 2.82 \text{ mm}$$

例題：

螺旋測微器之螺距為 0.5 mm，螺旋帽周緣刻劃 50 個分刻度，夾物齒夾住某待測物時，讀數如圖。將待測物移開，再令夾物齒接觸，則見螺旋帽之第 4 刻度線恰對正螺旋柱上之中央橫線。由此可知待測物長度為何？

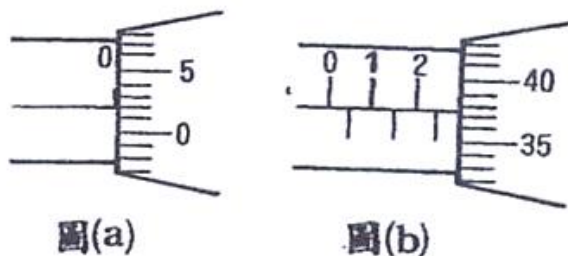


[解答]：

$$0.5 \times 9 + 0.01 \times 31 - 0.01 \times 4 = 4.77 \text{ mm}$$

例題：

一螺旋測微器，螺距 0.5 mm，螺旋帽有 50 分度，測一球直徑。初讀數如圖 (a)，末讀數如圖 (b)。求球的直徑？



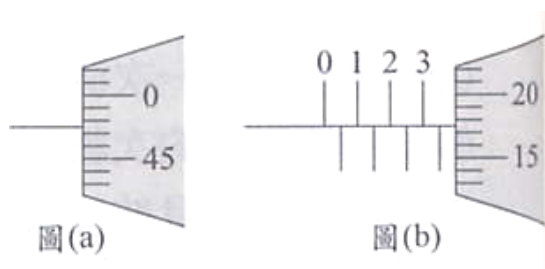
[解答]：

$$0.5 \times 5 + 0.01 \times 37.5 - 0.01 \times 2 = 2.855 \text{ mm}$$

↑
估計用，因位於 37 與 38 間

例題：

一螺旋測微器，螺距 0.5 mm，螺旋帽有 50 分度，測一球直徑。初讀數如圖 (a)，末讀數如圖 (b)。求球的直徑？



[解答]：

$$0.5 \times 7 + 0.01 \times 17.5 + 0.01 \times 2.3 = 3.698 \text{ mm}$$

↑ ↑
估計用 估計用

例題：

假定有一條粗細均勻的彎曲鐵絲，在不能把它拉直測量的情況下(因這樣做可能會改變它的長度)。請設計一個辦法測出它的長度？

[解答]：

利用螺旋測微器量得鐵絲截面的半徑，再以量筒用排水的方法測量其體積，而後由體積等於長度與截面積乘積的關係，求出鐵絲的長度。