أساسيات القياسات الهندسية

Fundamentals of Engineering Measurements

تعريف عملية القياس

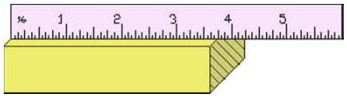
- تعرف عملية القياس بأنها مقارنة بُعد مجهول ببُعد قياسي معلوم متفق عليه ومقسم إلى وحدات محددة للتعبير عن البعد المجهول بوحدات القياس.
- يكون البعد القياسي في صورة أدوات وأجهزة مقسمة إلى وحدات معلومة، وتتنوع هذه الأدوات والأجهزة فمنها البسيط (كالمسطرة المدرجة، والقدمة ذات الورنية) ومنهاالمعقد.
- يتم أختيار وسيلة القياس وفقاً للمتطلبات التالية:

1) **الدقة (حساسية) القياس المطلوبة**: وهي أصغر قراءة يمكن قراءتها بواسطة أداة القياس.
2) **نوع القياس**: تحديد المطلوب قياسه ما إذا كان قياس طول أو زاوية.
3) **ملائمة أداة القياس للمشغولة**.

طرق إجراء عملية القياس

- تجرى عملية القياس على طريقتين :

1) **الطريقة المباشرة Direct Measurement** يتم القياس المباشر بمقارنة البعد المراد قياسه مباشرة مع جهاز القياس.



2) **الطريقة غير المباشرة Indirect Measurement**

أما القياس غير المباشر فيتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفرجارات لاستشعار البعد المراد قياسه ومن ثم مقارنته مع جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية. تستعمل هذه الوسائل في الحالات التي يتعذر فيها وصول جهاز القياس الى البعد المقاس. كما تستخدم الوسائل البصرية لتحديد الأبعاد الدقيقة.

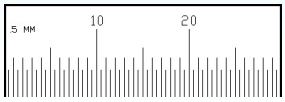
أولاً:أدوات قياس الطول
Linear Measurements

1. مسطرة القياس المدرجة

- تستعمل عادة في إجراء القياسات العادية للقطع المشغولة وفي نقل الأبعاد من الرسومات والتصاميم إلى خامات التشغيل والقطع المصنعة.
- تصنع من الصلب الذي لا يصدا بأطوال مختلفة منها 150، 300، 500، و1000مم.
- تبلغ دقتها 0.5 مم أو 1.0مم.
- يمكن أخذ القياس بالمسطرة مباشرةً بمقارنة البعد المجهول بتدريج المسطرة.
- أو يمكن أخذ القياس بطريقة غير مباشرة باستخدام براجل قياس داخلية أو خارجية ثم نقل هذه القيمة على مسطرة القياس.
- بعض المساطر تحتوي على تدريجين مختلفين أحدهما بالبوصة من ناحية والآخر بالمليمتر من الناحية الأخرى.

قراءة قياس المسطرة الحديدية

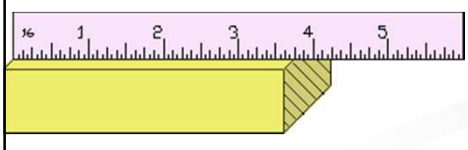
1) نتعرف أولاً على دقة القياس على المسطرة (تكون 1 مم أو 0.5 مم في المسطرة المترية وأحد أجزاء البوصة في حالة المسطرة البريطانية (1/8 أو 1/16 إلخ..)).



دقة المسطرة = **0.5** mm

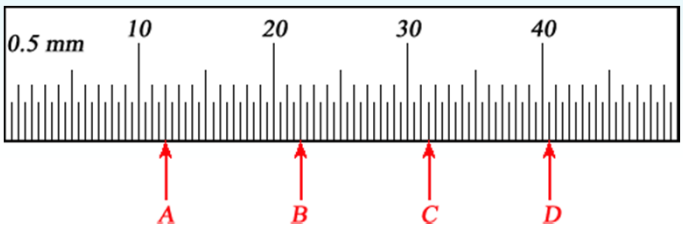
2) نوازي الحافة الأولى للبعد المراد قياسه مع صفر المسطرة (عادة ما يكون مع حافتها).

3) نقرأ قيمة القياس على المسطرة والذي يكون موازيا للحافة الثانية للبعد. يجب أن نراعي دائما أن يكون نظرنا عموديا على القياس لأن القراءة من زاوية غير عمودية يسبب خطأ في القياس يسمى بخطأ الزاوية Parallax Error.



عند القياس بالمسطرة يجب أن تكون خطوط التدريج ملامسة للبعد المطلوب قياسه قدر المستطاع.

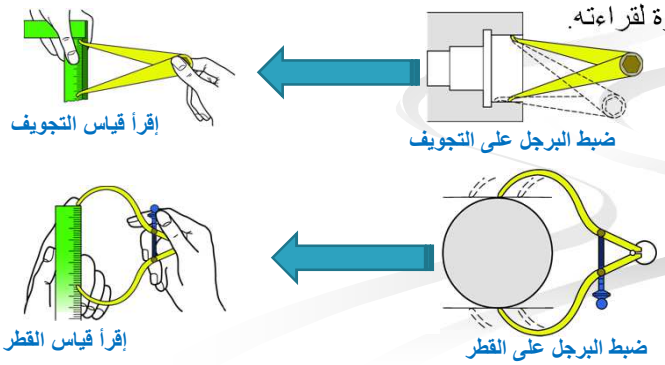
أمثلة عن قراءة القياس على المسطرة



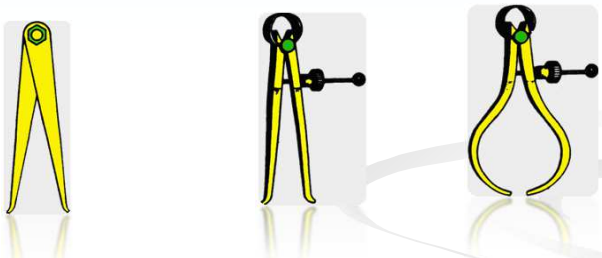
- أولا نحدد قيمة دقة القياس على المسطرة و هي واضحة على الجهاز وتساوي 0.5 مم. ثم نقوم بإجراء قراءة القياس.
- تقع قراءة القياس A على التدرج 12 بالمليمتر الصحيح: A= 12 mm
- بنفس الطريقة تحدد نتيجة قياس B هي: B= 22 mm
- في حين تكون نتيجة قياس C هي : C= 31 + 0.5 = 31.5 mm
- و تكون نتيجة قياس D هي : D= 40 + 0.5 = 40.5 mm

2. براجل القياس Calipers

- **البرجل** هو أداة تستخدم لقياس المسافة بين سطحين جانبيين متقابلين متناظرين. وببساطة يمكن القول بأن البرجل عبارة عن فرجار ذو رؤوس متجهة للداخل أو للخارج. وبصفة عامة فهي تستعمل لقياس أطوال الأجزاء التي لا يمكن قياسها بأدوات أخرى كالقطر الأكبر لجزء مستدير، كما تستعمل لمقارنة الأطوال ببعضها.
- ويتم ذلك بملامسة نهايتي ذراعي البرجل طرفى قطعة العمل، ثم ينقل البعد إلى المسطرة لقراءته.



- يمكن تعديل المسافة بين نهايتي الذراعين بحيث تناسب البعد المطلوب قياسه وذلك:
  - ✓ أما بواسطة صامولة تتحرك على عمود لولبي ونابض، أو
  - ✓ أن يتم المحافظة على البعد بين الذراعين بفعل الإحتكاك عند المفصل.

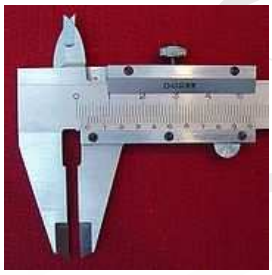


- نظراً لأن البراجل تستعمل لنقل الأبعاد إلى أدوات أخرى فإن القراءة المتحصل عليها لا تكون دقيقة بالمقارنة مع تلك التي تؤخذ مباشرةً بالمسطرة مثلاً.

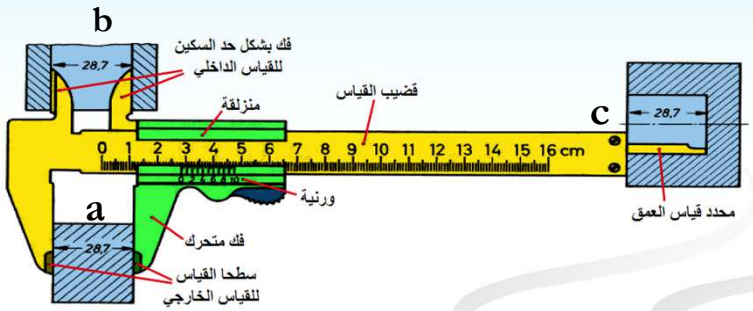
3. القدمة ذات الورنية Vernier calliper

- وهي أداة قياس تستعمل لقياس الأبعاد الصغيرة مثل البعد بين سطحين متوازيين (السُمك) ، والقطر الخارجي للاسطوانات ذات القطر الصغير (**الأبعاد الخارجية**)، كما تقيس أيضا القطر الداخلي للاسطوانات(**الأبعاد الداخلية**)، وعمق الثقوب(**الأعماق**).
- دقة قياسها عالية ، ويوجد منها النوع البسيط والنوع الرقمي.

تختلف الدقة من ورنية لأخرى وتتراوح بين 0.1 مم إلى 0.02مم.



إستعمالات القدمة ذات الورنية



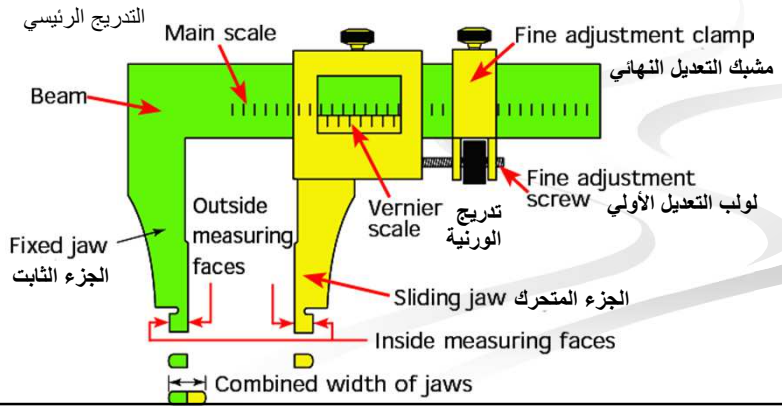
a. **قياس الأبعاد الخارجية** External Measurements.

b. **قياس الأبعاد الداخلية** Internal Measurements.

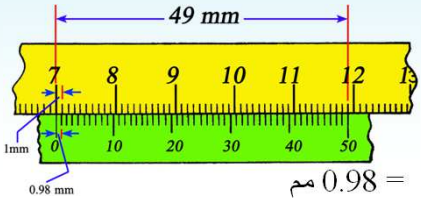
c. **قياس الأعماق** Depth Measurements.

أجزاء القدمة

- **الجزء الثابت**: ويحتوي على فك ثابت متصل بمسطرة القياس الرئيسي. عادة ما تكون مسطره القياس الرئيسي مدرجه بالمليمتر من جهة وبالبوصة من جهة أخرى. نقرأ على مسطرة القياس الرئيسي المليمترات الصحيحة.
- **الجزء المتحرك**: وهو على شكل منزلقة تحمل الفك المتحرك، وورنية القياس. تكون ورنية القياس مدرجة بأجزاء المليمتر المتمثل في دقه الجهاز.



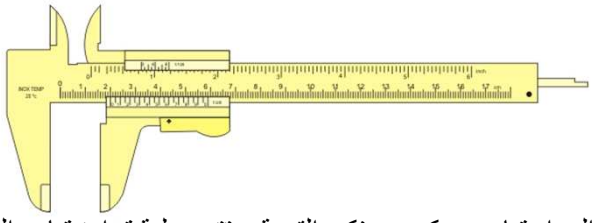
نظرية تدريج القدمة بدقة 0.02مم



- نأخذ مسافة 49 مم من المسطرة ونقسمها إلى 50 قسم متساوٍ على المنزلقة.
  - بالتالي فإن كل قسم من الورنية يعادل $\frac{49}{50}$ = 0.98 مم
  - هذا يعني إن كل تدريج من الورنية يقل بمقدار 0.02 مم عن تدريج المسطرة وهو دقة قياس القدمة.
  - فإذا تحركت الورنية بحيث انطبق أول تدريج بها مع أول تدريج للمسطرة فهذا يعني إن الورنية تحركت مسافة 0.02 مم. ولو انطبق التدريج الثاني للورنية مع التدريج الثاني للمسطرة فهذا يعني أن المنزلقة تحركت 0.04 مم، وهكذا.
  - ولو انطبق التدريج رقم 50 للمنزلقة فإن صفر الورنية تحرك مسافة تعادل:

50 x 0.02 = 1 مم

طريقة قراءة قياس القدمة ذات الورنية



يثبت الجسم المراد قياس سمكه بين فكي القدمة. وتتم عملية قراءة قياس القدمة ذات الورنية على مرحلتين أساسيتين:

1) ننظر إلى الورنية وبالتحديد إلى موقع الصفر ونقرأ العدد الذي على يساره والمسجل على مسطره القياس الرئيسي. نسجل قيمه القراءة (A) بالمليمترات الصحيحة.

2) ننظر ابتداءاً من صفر المسطرة ونحدد أول تطابق تام بين تدريجي المسطرة والورنية ثم نقرأ عدد تدرج الورنية المسجلة مع التطابق ، يضرب هذا العدد في دقة الورنية ويكون ذلك قيمة قراءه الورنية (B) بأجزاء المليمتر.

يكون حاصل جمع قيمة (A) + (B) نتيجة قيمة القياس على القدمة ذات الورنية.

تحديد القراءة على القدمة

قراءة القدمة = الجزء الصحيح + الكسر

الجزء الصحيح = قيمة التدريج الذي على يسار صفر الورنية والمسجل على مسطرة القياس الرئيسية

مقدار الكسر = دقة القياس **x** عدد أقسام تدريج الورنية من الصفر حتى خط الإنطباق

$$\text{دقة القياس} = \frac{\text{قيمة وحدة التدريج على المقياس الرئيسي}}{\text{عدد أقسام التدريج الثانوي}}$$

مثـــال 1

أحسب دقة قياس قدمة قيمة وحدة تدريج مقياسها الرئيسي يساوي 1 مم، وعدد أقسام تدريجها الثانوي يساوي 50 تدريج.

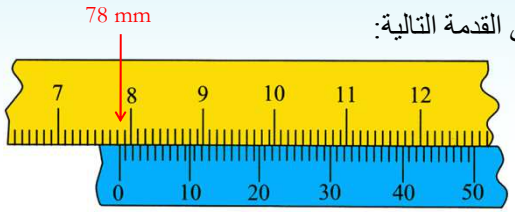
الحـــل:

- **دقة قياس القدمة** $= \frac{\text{قيمة وحدة التدريج على المقياس الرئيسي}}{\text{عدد أقسام التدريج الثانوي}}$

- **دقة قياس القدمة** $= \frac{1}{50} =$ **0.02 مم**

مثال 2

- بين القراءة على القدمة التالية:

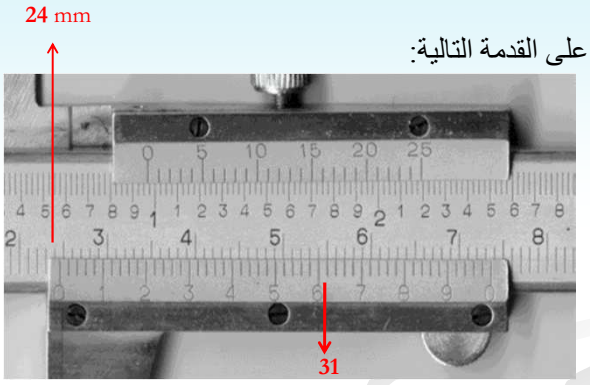


الحـل:

- نلاحظ أن صفر الورنية يأتي بعد قراءة 78 مم على المقياس الرئيسي.
- نلاحظ كذلك أن خط الإنطباق على الورنية هو 19.
- دقة هذه الورنية تساوي 1 ÷ 50 = 0.02 مم
- قيمة الكسر = 19 × 0.02 = 0.38 مم
- القراءة النهائية = 78 + 0.38 = 78.38 مم

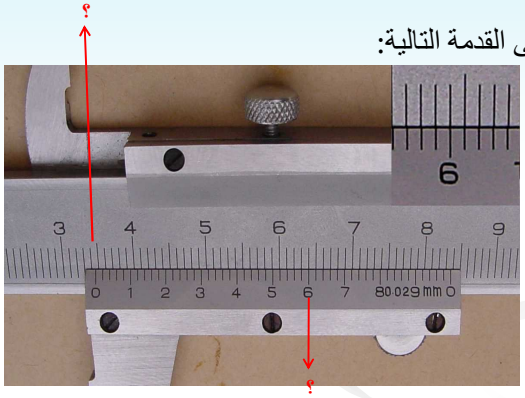
مثال 3

- بين القراءة على القدمة التالية:



تدريب

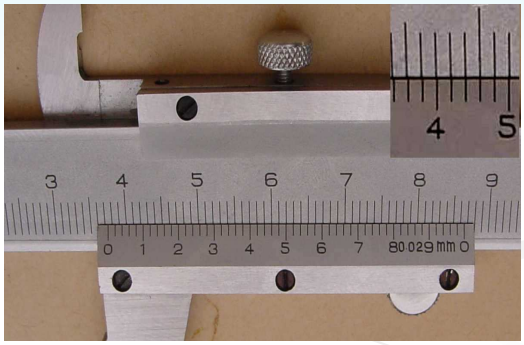
- بين القراءة على القدمة التالية:



- دقة الورنية تساوي =
- قراءة القياس الرئيسي =
- الكسر =
- القراءة النهائية =

تدريب

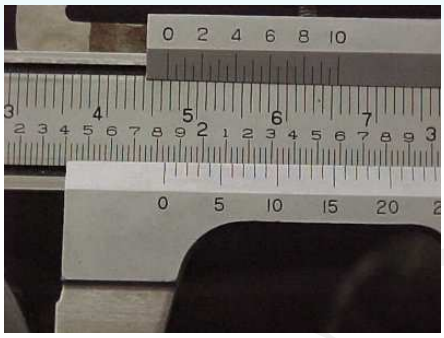
- بين القراءة على القدمة التالية:



- دقة الورنية تساوي =
- قراءة القياس الرئيسي =
- قراءة الورنية =
- القراءة النهائية =

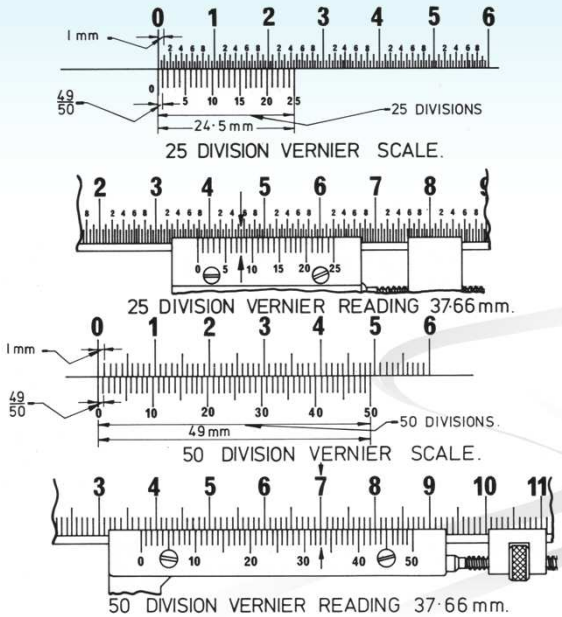
تدريب

- بين القراءة على القدمة التالية:



- دقة الورنية تساوي =
- قراءة القياس الرئيسي =
- قراءة الورنية =
- القراءة النهائية =

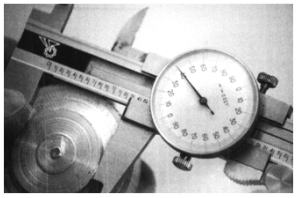
تدريب



أنواع القدمات

1) القدمة ذات الورنية (Vernier Caliper):

يتم إستعمال و قراءة القياس على الجهاز بالطريقة التي تم شرحها في الأجزاء السابقة.



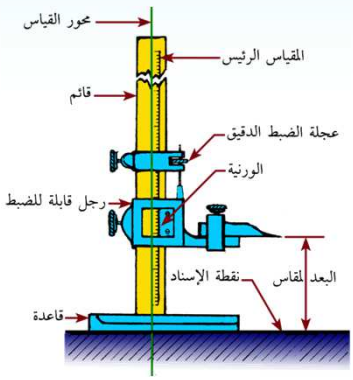
2) القدمة ذات المؤشر (Dial Caliper):

ويتم فيها تحديد القراءة بواسطة المؤشر (عقرب الساعة) مما يجعل قراءة القدمة أوضح وأدق من الورنية المنزلقة، كما أن هذه القدمة تساعد مستعمليها من ضعاف النظر.

3) القدمة الرقمية (Digital Caliper):

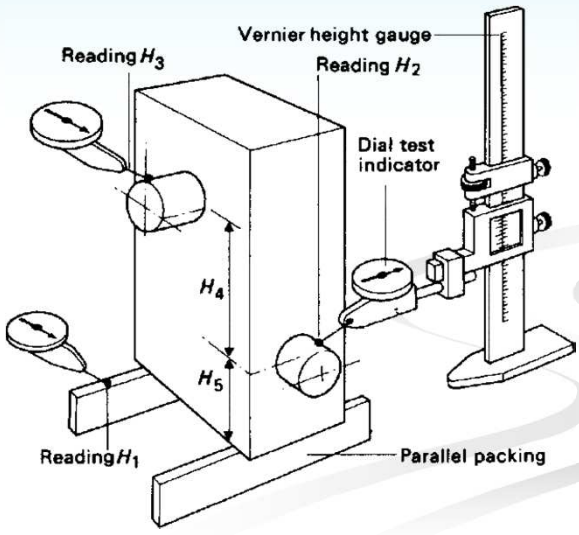
تستعمل القدمة الرقمية بنفس الطريقة المذكورة للقدمة ذات الورنية. إلا أن قراءة نتيجة القياس تكون مباشرة على الشاشة الألكترونية . يتميز هذا النوع بسهولة إستعماله وأكثر دقة إلا أن حجمها أكبر ومكلفة وتحتاج لبطارية وحساسة وقد تتأثر دقتها بالحرارة والرطوبة والمواد الكيمياوية.

قدمة قياس الإرتفاع



- وهي عبارة عن قائم مرتكز على قاعدة ويحمل التدريج الثابت (الرئيسي).
- أما الورنية فهي عبارة عن فك يحمل التدريج الثانوي، ويمكن تركيب جميع الملحقات الخاصة بالقياس عليه.
- تستعمل هذه القدمة لقياس إرتفاع الشغلات و في إنجاز العلامات عليها (أي عملية الشنكرة، ومنه يمكن تسمية هذا الجهاز بالشنكارMarker)، كما تستخدم في مقارنة الأبعاد لتحديد قيمة الزيادة أو النقص.
- تحدد القراءة على هذه القدمة بنفس الطريقة السابقة.

- مثال توضيحي عن إستعمال قدمة قياس الإرتفاع في قياس إرتفاع الشغلات وإجراء مقارنة الأبعاد لتحديد قيمة الزيادة والنقص.

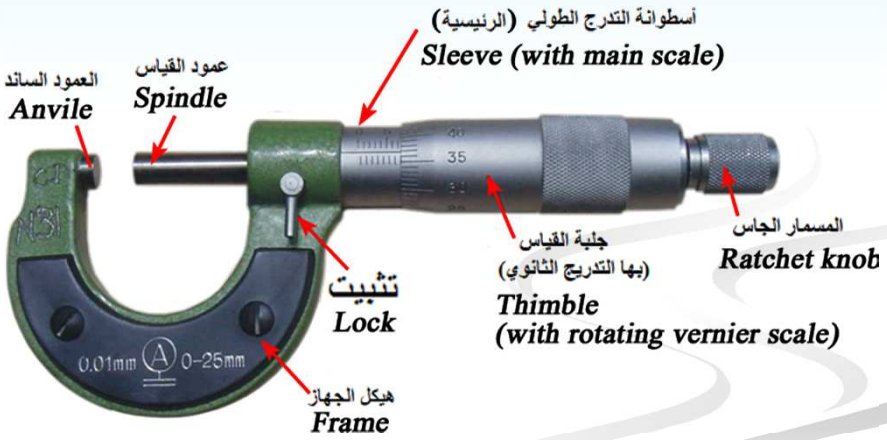


4. الميكروميتر Micrometer

ميكروميتر لقياس الأبعاد الخارجية

- يعتبر الميكروميتر أعلى دقة من القدمة حيث تصل دقة قياسه إلى 0.01 مم.
- توجد أشكال عديدة للميكروميتر تختلف باختلاف القياس المطلوب، فيوجد ميكروميتر لقياس الأبعاد الخارجية وآخر لقياس الأبعاد الداخلية وميكروميتر لقياس الأعماق.

مكونات جهاز الميكرومتر العادي

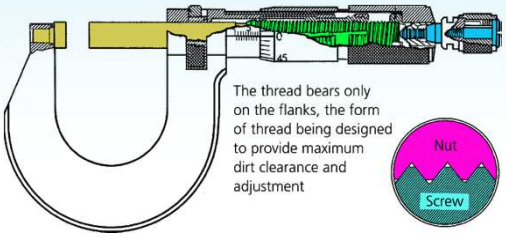


مكونات جهاز الميكرومتر العادي

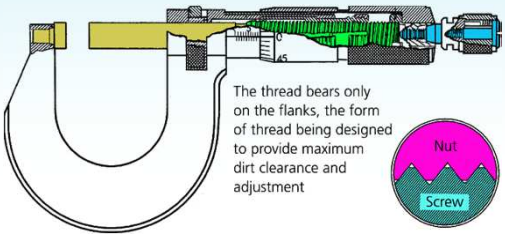
1) **الجزء الثابت:** ويحتوي على إطار أو هيكل الجهاز (Frame) وهو على شكل حرف (U) ويحمل بقية مكونات الجهاز الثابتة والمتحركة منها. يسند الإطار كل من العمود الساند (Anvil) وعمود القياس (Spindle - Measuring rod) الذين يستعملان لتثبيت الشغلة المراد قياس أبعادها. كذلك يحمل إطار الجهاز التدريج الرئيسي للقياس أو أسطوانة التدريج الطولي (Sleeve with main scale). يكون التدريج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1مم من أعلى و 0.5 مم من الأسفل).

2) **الجزء المتحرك:** الجزء الأساسي المتحرك هو جلبة القياس (Sleeve) التي إذا قمنا بتحريكها حركة دورانية عن طريق المسمار الجاس (Ratchet Knob) فيتحرك عمود القياس لتثبيت الشغلة المراد قياسها. عادة ما يكون محيط جلبة القياس مقسم إلى 50 تدريج وعندما تدار دورة كاملة يتقدم عمود القياس بمقدار 0.5 مم. من هنا يمكن استخلاص دقة الميكرومتر بأنها تساوي : 0.5/50 = 0.01 مم.

نظرية عمل جهاز الميكروميتر



- عند دوران المسمار الملولب الموجود داخل **أسطوانة التدريج الطولي** دورة كاملة عن طريق **المسمار الجاس** ، يتحرك المسمار الملولب مسافة تساوي خطوة أسنانه والتي تكون عادة تساوي 0.5 مم أو 1 مم.
- هذا يعني أنه إذا أديرت **جلبة القياس** دورة كاملة فإن تقدم أو تأخر **عمود القياس** في إتجاه **العمود الساند** يساوي طول الخطوة.
- على هذا الأساس يدرج المقياس الرئيسي للميكروميتر بحيث يتحدد مكان صفر التدريج عندما يتلامس **عمود القياس** مع **العمود الساند**.



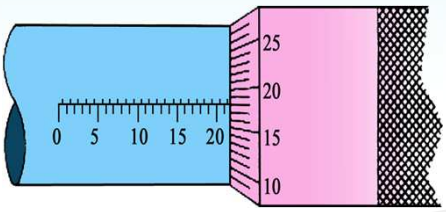
- فلو كان طول خطوة المسمار 0.5 مم، يكون بذلك محيط الأسطوانة يكافئ حركة محورية قدرها 0.5 مم.
- فإذا قسمنا محيط الإسطوانة إلى 50 قسم متساوٍ فإن طول كل قسم $= \frac{0.5}{50} =$ 0.01 مم وهي دقة قياس جهاز الميكروميتر.

طريقة القراءة على الميكروميتر

- **قراءة المقياس الرئيسي** = قيمة الميليمترات وأنصاف مليمترات على **أسطوانة التدريج الطولي.**
- **قراءة المقياس الثانوي** = قراءة الرقم المنطبق × دقة القياس
- **القراءة النهائية** = قراءة المقياس الرئيسي + قراءة المقياس الثانوي

مثال 3

- بين القراءة التالية على الميكرومتر:



الحـل:

- قراءة المقياس الرئيسي = 21.5 مم
- دقة القياس = 0.5 ÷ 50 = 0.01 مم
- قراءة المقياس الثانوي = 18 × 0.01 = 0.18 مم
- القراءة النهائية = 21.5 + 0.18 = 21.68 مم

مثال 4

- بين القراءة التالية:

الحـل:

- قراءة المقياس الرئيسي = 7.0 مم
- دقة القياس = 0.5 ÷ 50 = 0.01 مم
- قراءة المقياس الثانوي = 38 × 0.01 = 0.38 مم
- القراءة النهائية = 7.0 + 0.38 = 7.38 مم

مثال 5

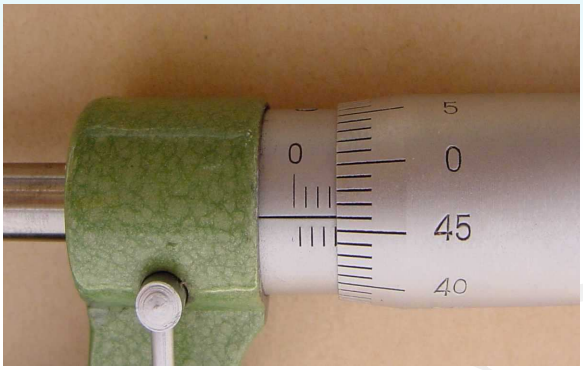
- بين القراءة التالية:

الحـل:

- قراءة المقياس الرئيسي = 7.5 مم
- دقة القياس = 0.5 ÷ 50 = 0.01 مم
- قراءة المقياس الثانوي = 22 × 0.01 = 0.22 مم
- القراءة النهائية = 7.5 + 0.22 = 7.72 مم

تدريب 1

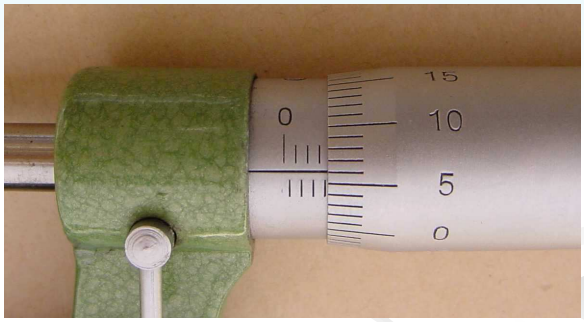
- بين القراءة التالية:



- قراءة المقياس الرئيسي =
- دقة القياس =
- قراءة المقياس الثانوي =
- القراءة النهائية =

تدريب 2

- بين القراءة التالية:



- قراءة المقياس الرئيسي =
- دقة القياس =
- قراءة المقياس الثانوي =
- القراءة النهائية =

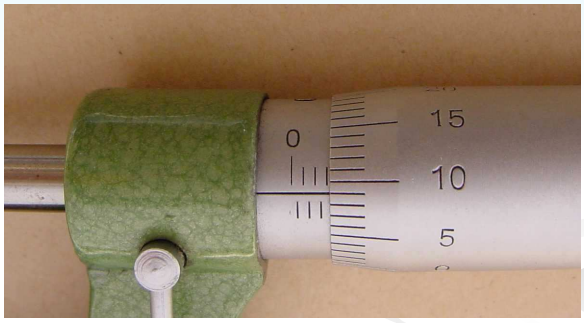
تدريب 3

- بين القراءة التالية:

- قراءة المقياس الرئيسي =
- دقة القياس =
- قراءة المقياس الثانوي =
- القراءة النهائية =

تدريب 4

- بين القراءة التالية:



- قراءة المقياس الرئيسي =
- دقة القياس =
- قراءة المقياس الثانوي =
- القراءة النهائية =

تدريب 5

- بين القراءة التالية:

- قراءة المقياس الرئيسي =
- دقة القياس =
- قراءة المقياس الثانوي =
- القراءة النهائية =

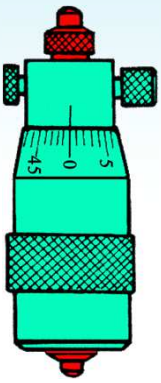
أنواع الميكرومترات وطرق استعمالها

1) الميكرومتر الخارجي (Outside Micrometer):

- يوجد هناك عدة أنواع لميكرومتر القياس الخارجي وبأشكال مختلفة مصممة لقياسات خاصة. وهي متوفرة بأحجام مختلفة حسب نطاق القياس المتوفر. المقاسات المتوفرة عادة هي: 0 - 25 مم , 25 - 50 مم , 50 - 75 مم , 75 - 100 مم حتى يصل المقاس الى 1000 مم.
- تستعمل هذه الأجهزة لقياس الأبعاد الخارجية للقطع المشغولة مثل الأقطار الخارجية و السطوح.

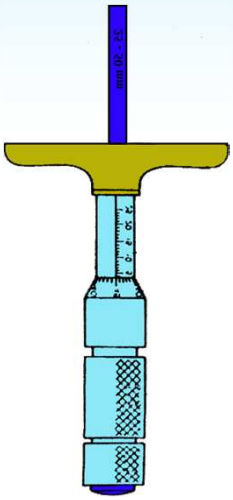
ميكرومتر بتسنينات لقياس أقطار البراغي

2) ميكرومتر القياس الداخلي (Inside Micrometer):



- يستعمل هذا النوع من الميكرومترات لقياس الأقطار الداخلية للثقوب والتجاويف على الشغلات.
- هذا النوع مزود بأعمدة تطويل يمكن إستخدامها لزيادة مجال القياس (يتراوح طولها بين 50 مم إلى 200 مم).
- تتم قراءة القياس على الميكرومتر الداخلي بنفس الطريقة للميكرومتر الخارجي يضاف إلى النتيجة قيمة الطول الصفري للميكرومتر (الطول العمود المضاف).

ميكرومترات داخلية مختلفة المقاسات

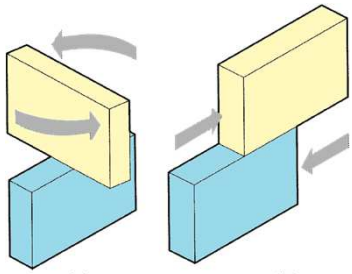


3) ميكرومتر قياس الأعماق (Depth Micrometer):

- يستعمل هذا النوع من الميكرومترات لقياس أعماق الثقوب والمجاري.
- يتكون هذا النوع من جزء ثابت وجزء متحرك كما في الميكرومتر الخارجي.
- له قاعدة تستعمل لإرتكاز الجهاز على الشغلة المراد قياسها.

5. قوالب القياس Gage Blocks

- هي مجموعة من القوالب مصنعة من الصلب السبائكي المعالج حراريا بحيث أنها لا تتأثر بظروف محيط العمل من درجة حرارة ورطوبة، وتجرى عليها عمليات صقل سطحي.
- تصنع هذه القوالب بطرق خاصة بحيث يكون لكل قالب سطحان متوازيان مصقولان، والبعد بينهما يحدد سمك القالب.
- نتيجة لدرجة التشطيب العالية للسطحين المصقولين فإن هذه القوالب تتميز بقدرتها على الالتصاق ببعضها إذا حدثت بينهما حركة انزلاق أو دوران مع الضغط.
- طول القوالب المجمعة يساوي مجموع أطوال كل منها.
- يجب فك القوالب بعد عملية القياس حتى لا تتلف.



قوالب القياس

دقة قوالب القياس

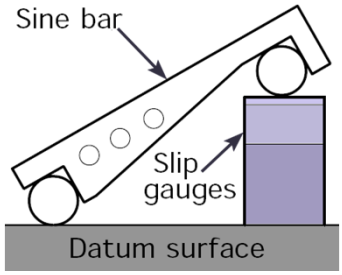
- تعتبر قوالب القياس الأساس الدقيق لجميع أجهزة قياس الأبعاد الموجودة بالمختبرات وورش التشغيل. فهي مصنعة بدقة عالية جداً قد تصل إلى 0.05 ميكرومتر.
- حسب المواصفات الدولية يمكن تصنيف قوالب القياس إلى ثلاثة مجموعات حسب دقتها وهي كالتالي:

المجموعة	الوصف	درجة الدقة (مم)
(1)	قوالب عيارية أو رئيسية	0.0005
(2)	قوالب فحص أو معاينة	0.001
(3)	قوالب قياس	0.002

إستعمالات قوالب القياس

1) **معايرة أجهزة القياس (Calibration)** مثل القدمة ذات الورنية والميكرومتر. حيث تسمح هذه العملية بتحديد نسبة الخطأ المترتبة على عمليه القياس بالجهاز.

2) تجهيز أدوات المقارنة للعمل، مثل ساعة القياس (مبين القياس الدائري) ومحددات قياس الإرتفاع.



3) فحص جودة المشغولات ذات الدقة العالية مثل أجزاء المحركات.

4) ضبط آلات التشغيل ذات التحكم الرقمي (CNC Machines).

5) القياس الدقيق للزوايا وهذا باستعمالها مع قضيب الجيب.

مجموعات قوالب القياس

- تتوفر قوالب القياس على شكل أطقم تحتوي على مجموعات معينة من القوالب (يختلف عدد القوالب في كل طقم) وتكون موضوعة في صناديق خشبية بقصد المحافظة عليها وعلى دقتها، وفيما يلي نوعان منها:

a) مجموعة قوالب مؤلفة من 46 قالب

الزيادة (mm)	أطوال القوالب (mm)	عدد القوالب
0.001	من 1.001 إلى 1.009	9
0.01	من 1.01 إلى 1.09	9
0.1	من 1.1 إلى 1.9	9
1	من 1.0 إلى 9.0	9
10	من 10 إلى 100	10

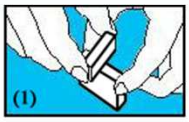
b) مجموعة قوالب مؤلفة من 82 قالب

الزيادة (mm)	أطوال القوالب (mm)	عدد القوالب
	1.0005	1
0.001	من 1.001 إلى 1.009	9
0.01	من 1.01 إلى 1.49	49
0.5	من 0.5 إلى 9.5	91
25	من 25 إلى 100	4

- من كل هذه المجموعات يمكن تكوين أطوال مختلفة. وعندما تكون أسطح القوالب نظيفة، فإنه عندما تجمع مجموعة منها مع بعضها فستعطي طولاً كلياً كما لو كانت قالباً واحداً.

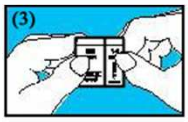
تركيب بعد معين باستخدام قوالب القياس

- التأكد من النظافة التامة للقوالب وخلوها من الأتربة والغبار الخ..
- يتم التجميع بين قالبين بأجراء عملية إنزلاق سطح أحد القالبين على سطح القالب الثاني مع ضغط خفيف حتى يتم الالتصاق التام للقالبين (Wringing).



Bring the two measuring faces into contact with each other at right angle.

While applying a small amount of pressure, gently turn one gauge block on the other. You will feel the two blocks stick together.



Slide one gauge block over the other so that the sides of the gauge blocks are flush with each other.

- لتحديد مقاسات القوالب التي نستعملها في تركيب المقاس المطلوب نقوم بإجراء عملية حسابية بسيطة على النحو التالي:

a) نبدأ باختيار قالب القياس الذي يحقق أصغررقم عشري في قيمة البعد المطلوب يليه قالب يحقق الرقم العشري التالي وهكذا حتى يكتمل البعد الكلي المراد تحديده.

b) يجب أن يراعى خلال هذه العملية أن نستعمل أقل عدد ممكن من قوالب القياس وهذا للتقليل من نسبه الخطأ في البعد المطلوب تحقيقه.

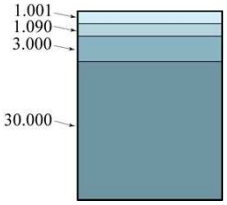
مثـــال 6

- إذا توفرت لديك المجموعة المكونة من 46 قالباً، كون البعد 35.091 مم.

مجموعة قوالب مؤلفة من 46 قالب		
الزيادة (mm)	أطوال القوالب (mm)	عدد القوالب
0.001	1.009 - 1.001	9
0.01	1.09 - 1.01	9
0.1	1.9 - 1.1	9
1	9.0 - 1.0	9
10	100 - 10	10

الحـــل

- إختر القالب الأول بحيث يحوي أقل كسر في البعد = 1.001 مم
- أحسب الطول المتبقي = 35.091 – 1.001 = 34.09 مم
- أختر القالب الثاني بحيث يحوي على الكسر الذي يليه = 1.09 مم
- أحسب الطول المتبقي = 34.09 – 1.09 = 33 مم
- نختار القالب 3 مم
- نختار القالب 30 مم



مثـــال 7

- كون البعد **5.615** مم من مجموعة القوالب المبينة بالجدول.

العدد	أطوال القوالب mm	الزيادة mm
2	1.01 – 1.005	0.005
9	1.10 – 1.02	0.01
9	1.90 – 1.20	0.1
10	10 – 1	1
2	30 – 20	10
1	60	30

الحـــل

- نختار القالب الذي يحقق أصغر رقم عشري (**0.005 مم**)، مقاس هذا القالب هو **1.005 مم**.
- نطرح هذه القيمة من قيمة البعد المطلوب : **5.615 – 1.005 = 4.61 مم**
- نختار بعدها القالب الذي يحقق الرقم العشري الأصغر (**0.01 مم**) وهو **1.01 مم**.
- نطرح هذه القيمة من القيمة المتبقية : **4.61 - 1.01 = 3.6 مم**
- نختار القالب الذي يحقق أصغر رقم عشري (**0.6 مم**)، مقاس هذا القالب هو **1.6 مم**.
- على نفس الشكل نقوم بعملية الطرح : **3.6 - 1.6 = 2.0 مم**
- آخر قالب نختاره هو **2.0 مم**.
- القوالب المستعملة في تركيب بعد **5.615** مم هم : **1.001 - 1.01 - 1.6 - 2.0**

من السهل توضيح هذه الطريقة عن طريق العملية الحسابية التالية:

البعد المراد تحقيقه هو: **5.615 مم**

- 1.005

= 4.610

- 1.01

= 3.60

-1.60

= 2.00

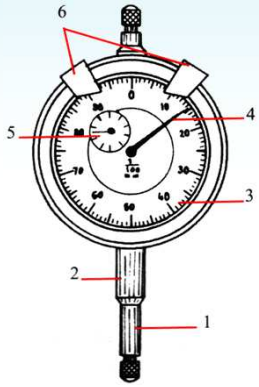
- 2

= 0

العدد	أطوال القوالب mm	الزيادة mm
2	1.01 – 1.005	0.005
9	1.10 – 1.02	0.01
9	1.90 – 1.20	0.1
10	10 – 1	1
2	30 – 20	10
1	60	30

ملاحظة: من الأخطاء الشائعة أن يبدأ في تركيب البعد المطلوب باختيار القالب الذي يحقق أكبر رقم عشري. إلا أننا نؤكد هنا انه يجب أن يبدأ بأصغر رقم عشري (أي العدد الموجود في أقصى اليمين).

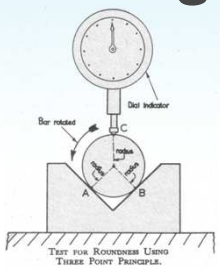
6. ساعة البيان Dial Gauge



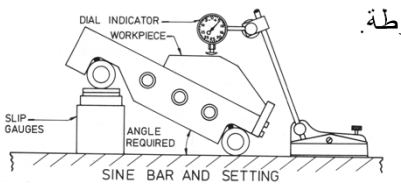
1. عمود التحسس.
2. إسطوانة التثبيت.
3. قرص دائري مدرج.
4. المؤشر الكبير.
5. تدريج يشير إلى الميليمترات كاملة.
6. علامات ضبط التفاوت المسموح به.

- تتكون من عمود للتحسس يتحرك داخل إسطوانة ويتصل بمؤشرين أحدهما صغير والأخر كبير يمكنه الدوران على قرص دائري مدرج ومقسم إلى 100 قسم، يعادل القسم الواحد 0.01 مم.
- عند دوران المؤشر الكبير دورة كاملة ينتج عنه تحرك المؤشر الصغير بمقدار 1 مم.

إستخدامات ساعة البيان



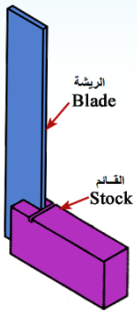
- إختبار مركزية دوران المشغولات.
- معاينة الإستدارة
- إختبار ما إذا كانت أطوال قطع العمل في حدود التفاوتات المسموح بها.
- يستعمل مع قضيب الجيب لحساب الزوايا.



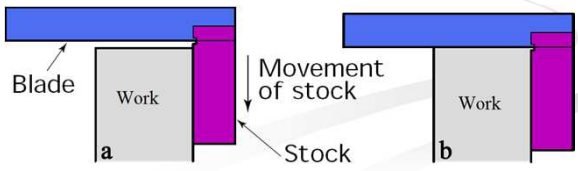
- لتثبيت المشغولات في الظرف الرباعي بالمخرطة.
- إختبار أفقية طاولات الآلات.
- إختبار إستقامة أعمدة التدوير.

ثانياً:أدوات قياس الزوايا
Angular Measurements

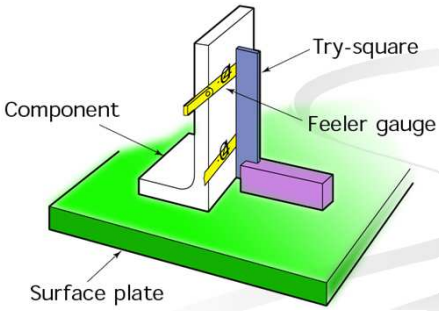
1. الزاوية القائمة Try-square



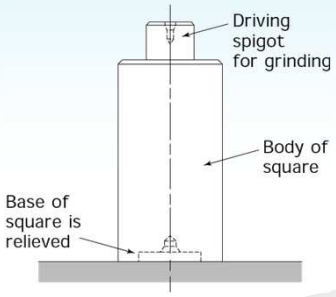
- تستخدم الزاوية القائمة للتأكد من تعامد سطحين، وتستعمل لرسم خطوط متعامدة على سطح معين.
- تتركب مسطرة الزاوية القائمة من جزئين متعامدين أحدهما طويل ويسمى **بالريشــة** (يتراوح طولها بين 75 مم – 600 مم)، والأخر قصير ويسمى **بالقــائم** أو **الدعامة**.
- يمكن التعرف على تعامد الأسطح بواسطة وضع الزاوية على المشغولة ويتم ملاحظة أي خطأ من خلال النظر إلى التركيبة بإتجاه مصدر ضوئي.



- وهناك طريقة بديلة تعتمد على وضع كل من المشغولة والمسطرة القائمة على مستوى إسناد مستو (datum plate) كما هو موضح بالشكل.
- يتم فحص تعامد وجه المشغولة بواسطة مجسات قياس السمك (feeler gauges) التي تحشر داخل الخلوص المتكون بين وجه المشغولة والمسطرة القائمة.
- فإذا كان وجه المشغولة متعامد مع القاعدة فإن سمك الخلوص سوف يكون ثابت.



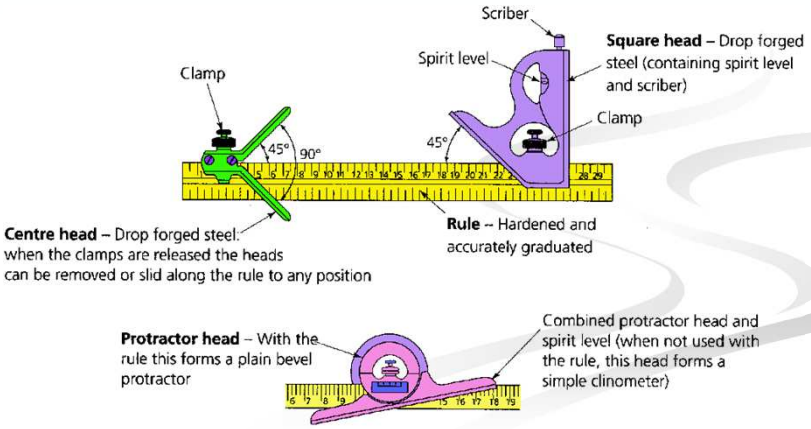
2. الإسطوانة القائمة Cylinder Square



- الأسطوانة القائمة عبارة عن أسطوانة معالجة حرارياً لرفع صلادتها، لها سطح خارجي مصقول ومستو.
- يبلغ طولها حوالي 700 مم وقطرها 75 مم.
- تستعمل على زهرة الإستواء (datum plain) لوضع المشغولات رأسياً.
- تعتبر الأسطوانة القائمة أكثر ثباتاً من الزاوية القائمة، كما أنها سهلة الإستعمال.

3. المنقلة المحورية العامة
Combination Squares

- و هي منقلة متعددة الإستعمالات في الورش ، فمن خلالها يمكن قياس الزوايا، فحص الزوايا القائمة والمسطحة وفحص تعامد الأسطح. تسمى كذلك بالزاوية المؤتلفة وهذا لأنها تتكون من ثلاثة قطع تستعمل بشكل منفرد مع المسطرة.

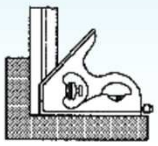


أجزاء المنقلة المحورية العامة

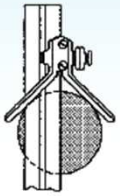
1. مسطرة ذات زاوية قائمة يمكن إستعمالها كالزاوية القائمة إلا أنها ليست بدقة عالية حيث إن المسطرة تتحرك وليست ثابتة كما في حالة الزاوية القائمة. كما يمكن بهذه المسطرة قياس زاوية 45º بإستخدام الوجه الأخر.
2. رأس لتحديد المركزية ويستعمل لتحديد مركز شغلة دائرية.
3. منقلة متحركة (ورنية) بها ميزان إستواء ومدرجة من 0 حتى 180º.

لتحديد قراءة المنقلة يتم وضع المنقلة على الشغلة بحيث تنطبق حافة المسطرة مع حافة الشغلة ويلامس رأس المنقلة الحافة الأخرى للشغلة. يوجد بالمنقلة مقياسان أحدهما رئيسي والأخر ثانوي. وتشابه فكرة تحديد القراءة على القدمة.

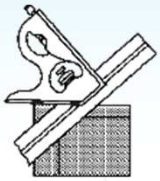
إستعمالات المنقلة المحورية العامة



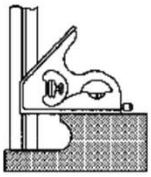
Try square and height gauge



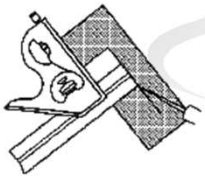
Centre line of disc



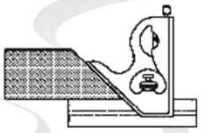
45° angle gauge



Depth gauge – spirit level ascertains face 'A' is plumb

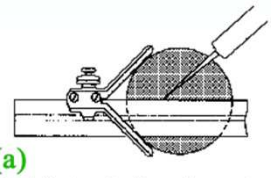


Parallel and scribing

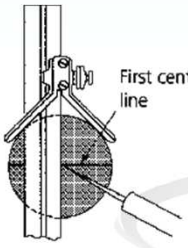


Mitre (45°)

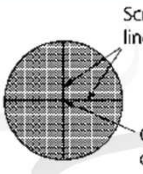
طريقة تحديد المركز



(a)
Mark first centre line using centre finder head and scriber



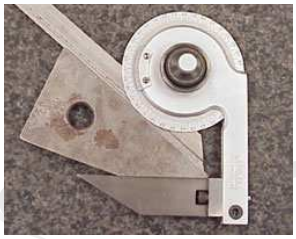
(b)
Scribe second centre line approximately at 90° to the first line



Where two scribed lines cross (intersect) is the centre of the disc

إستعمالات المنقلة ذات الورنية

- تستعمل المنقلة المحورية الشاملة لقياس زوايا المشغولات بدقة جيدة وهذا بوضع الزاوية المراد قياسها بين الساق المتحركة ومثبت الزوايا الحادة (في حالة زاوية حادة) أو سطح ثابت (في حالة زاوية منفرجة).



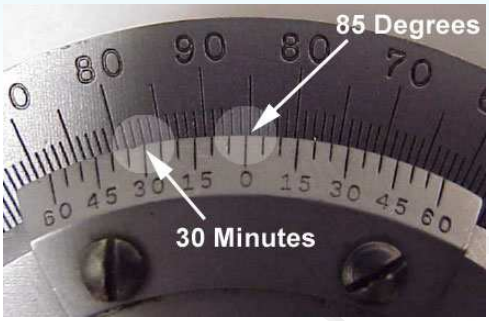
قياس زاوية حادة

قياس زاوية منفرجة

- تتم عملية قراءة القياس على الجهاز بأخذ القياس الرئيسي بالدرجة و هذا بداية من صفر الورنية و تضاف إليها قيمة القياس على الورنية التي تأتي مع تطابق التدرج الرئيسي و تدرج الورنية (على نفس طريقة قراءة القياس على القدمة ذات الورنية).

مثـــال

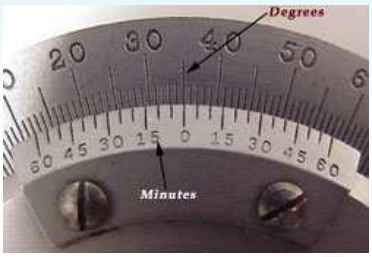
- بين القراءة على القدمة التالية:



- قراءة القياس الرئيسي = 85º
- قراءة قياس الورنية = 30´
- **قيمه القياس على الجهاز** = 85° 30´

تدريب

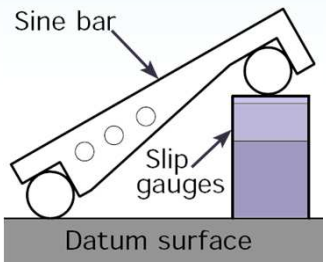
قيمة القياس = ...



قيمة القياس = ...

قيمة القياس = ...

4. القياس الدقيق للزوايا بإستخدام قضيب الجيب وقوالب القياس

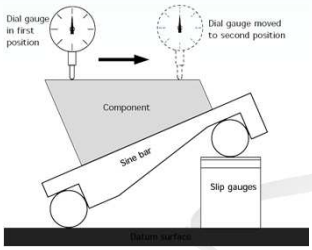


- قضيب الجيب هو عبارة عن قضيب من الصلب المصلد بطول ثابت يرتكز على اسطوانتين متساويتي القطر ومعلوم البعد بين مركزيهما.
- يستعمل قضيب الجيب مع قوالب القياس لإجراء عمليات القياسات الدقيقة لزوايا المشغولات وزاوية ميل الأعمدة وزاوية استدقاق المخروط (السلبة). يتوفر قضيب الجيب بأطوال 100 ، 200 و 300 مم.
- للحصول على قياس دقيق يجب أن يتمتع قضيب الجيب بالخواص التالية:

1) يجب أن تكون الإسطوانتان متساويتي القطر.
2) يجب أن يكون محورا الاسطوانتين متوازيين والبعد بينهما معلوم.
3) يجب أن يكون سطح القضيب مستو تماماً ويوازي محاور الإسطوانتين.

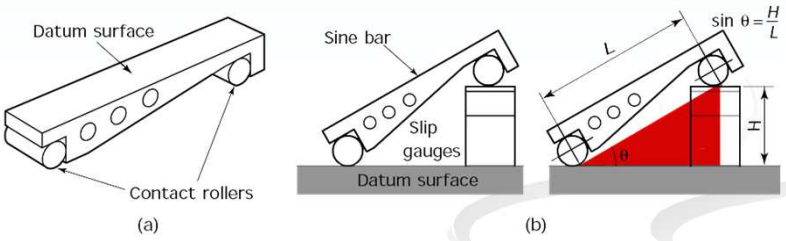
نظرية العمل

- لإجراء القياس يوضع السطح المائل للقطعة المراد قياس زاويتها فوق قضيب الجيب، ثم يرفع أحد طرفي القضيب تدريجيا بإستعمال قوالب قياس الأبعاد حتى يصير سطح القطعة أفقيا. للتأكد من ذلك تستعمل ساعات القياس.



- تحرك الساعة على سطح المشغولة وتثبت عند موضع معين بحيث تكون قراءة المؤشر صفراً، ثم تحرك الساعة إلى وضع أخر على سطح المشغولة ويلاحظ أي إنحراف في مؤشر الساعة.
- وبهذا تكون زاوية الميل في القطعة مساوية لزاوية ميل قضيب الجيب مع القوالب.

- من قانون المثلثات يمكن إستنتاج العلاقة بين الزاوية θ وطول قضيب الجيب L وإرتفاع قوالب القياس H (جيب الزاوية يساوي المقابل على الوتر):



$$\sin\theta = \frac{H}{L}$$

مثـــال

- أحسب إرتفاع قوالب القياس اللازمة لعمل زاوية ميل تساوي 30^{o} بإستعمال قضيب طوله 200 مم.

الحـــل

$$\sin\theta = \frac{H}{L}$$

$$H = L \times \sin\theta$$

$$H = 200\ mm \times \sin 30^{\circ}$$

$$H = 100\ \ mm$$