الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

القياسات وأدوات القياس

Measurements and Metrology

الفهرس

القياسات وأدوات القياس ١
أدوات القياس ٥
تعريف علم القياس (المترولوجيا) ٦
العناصر الأساسية لعلم القياسات Basic Components of Metrology ٦
الإجراءات العملية الواجب مراعاتها عند إجراء عملية القياس ٨
طرق إجراء عملية القياس ٨
وحدات القياس ٩
مصطلحات القياس Terminology of measurement ١٣
أنواع أخطاء القيـــاس ١٦
١- قياس الأبعاد باستخدام المسطرة المدرجة والمتر Dimensional measurements using the Ruler and tape ٢١
٢- نقل الأبعاد باستخدام البرجل Dimensional transfer using the (Compass) Divider .. ٣٠
٣- قياس الأبعاد باستخدام القدمة ذات الورانية (البوكليز) Dimensional measurements using the Vernier caliper ٣٦
٤- قياس الأبعاد باستخدام الميكرومتر Dimensional measurements using the micrometer ٥٤
٥- قياس الزوايا Angular Measurements ٧٧
٦- استخدام ساعات القياس (الأنديكيتور) Dial Indicator ٩٨
٧- القياس الدقيق للزوايا باستخدام قضيب الجيب Sine bar وقوالب القياس (Gage Blocks) ١٠٩
أولا: قضيب الجيب Sine bar ١٠٩
ثانيا: قوالب قياس الزوايا (Angle Gage Blocks) ١١٣
ثالثا: قوالب قياس الزوايا باستخدام الكرة والأسطوانات (البكرات) Ball and rollers bar ... ١١٦
٨- قوالب القياس Gauge blocks ومعايرة القدمة والميكرومتر ١٢٤
٩- محددات القياس والشبلونات Gages ١٣٤
١٠-قياس خشونة الأسطح Surface Roughness ١٥٩

مقدمة

لقد استعمل الإنسان القياسات منذ فجر التاريخ كوسيلة عملية للتعرف على الظواهر الطبيعية المحيطة به ولتحديد أشياء يستعملها خلال حياته اليومية. فقد اخترع الإنسان أجهزة قياس الأطوال والكيل منذ الحضارات الإنسانية الأولى لتنظيم أسلوب حياته الاجتماعية والاقتصادية. فقد استعملت قياسات الأبعاد من طرف المصريين الفراعنة بالدقة التي سمحت ببناء الأهرامات كما استعملت مكاييل دقيقة في المعاملات التجارية بين مختلف الأمم في ذلك الزمان. وقد أخذ القياس دورا مهما جدا في جميع مجالات الحياة البشرية القديمة والحديثة. إن التطور الصناعي والتكنولوجي والاقتصادي الذي نعيشه في العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح لمبادئ القياسات و استدامة هذا التطور مرتبطة بدقة عملية القياس وخلوها من الأخطاء.

إن القياسات (أو المترولوجيا) هي علم شامل يدخل في جميع العلوم الطبيعية والتكنولوجيا. ولتطبيقاتها تأثير بالغ ومهم على جميع النشاطات البشرية. بحيث أن عدم إجراء القياسات الدقيقة عن قصد أو عن غير قصد يؤدي إلى نتائج سلبية جدا على كل المستويات.

القياسات الميكانيكية من الأساسيات الهامة لجميع العاملين في المهن الميكانيكية. إن جودة المنتجات الصناعية تستدعى تصنيع قطع ميكانيكية بدقة عالية ولهذا يجب على الفنيين استيعاب كافة المفاهيم والمعارف المتعلقة بأجهزة القياس. تستعمل أجهزة القياس الدقيقة أثناء التشغيل على الماكينات كما تستعمل أثناء تركيب الماكينات وأدوات القطع وإجراء عمليات الصيانة عليها. ومن الأجهزة الشائعة في القياس أثناء تصنيع المنتجات الميكانيكية هي القدمة ذات الورانية والميكروميتر.

والهدف لعام لهذه الوحدة module هو أن يكون المتدرب قادرا على معرفة الوحدات المختلفة للقياس ولديه القدرة على اختيار جهاز القياس المناسب لطبيعة العملية المطلوب تنفيذها ويكون لديه القدرة على استخدام أدوات القياس المختلفة في المهن الميكانيكية بالطريقة الصحيحة مع معرفة مقدار التفاوتات والإزدواجات المسموح بها في القياس حتى يتمكن من تنفيذ المتطلبات الخاصة بالتشغيل بدقة عالية.

وتتلخص الأهداف الخاصة عن اكتمال التدريب على هذه الوحدة ان يكون لدى المتدرب المقدرة على أن:

- يتمكن من قياس الأبعاد الداخلية والخارجية بأدوات القياس المختلفة.
- يستخدم زوايا القياس بالطريقة الصحيحة والتعرف على أنواعها.
- يتعرف على أخطاء القياس وأسبابها.
- يتعرف على التفاوتات وأنواع الإزدواجات ومحددات القياس.
- يتعرف على قوالب القياس واستخداماتها وطرق المحافظة عليها.

الجزء الأول

أساسيات علم القياس (المترولوجيا)

إنه لمن السهل أن يلاحظ أحدنا أن حياته اليومية مملوءة بأنواع عدة من القياسات بل أصبحت حياتنا (الاجتماعية، الاقتصادية والسياسية) مرتبطة بأجهزة قياس مختلفة. فعلى سبيل المثال لا الحصر:

- الساعة التي نستخدمها لمعرفة وتنظيم وقتنا، تعد جهاز قياس مهم. أليس كذلك؟
- قيادتك للسيارة بأمان مرتبطة بعدة أجهزة قياس (عداد سرعة السيارة — مؤشر درجة الحرارة — مؤشر خزان الوقود .... إلخ.)
- قياس درجة الحرارة وسرعة الرياح واتجاهها عن طريق أجهزة قياس مهم جدا للملاحة الجوية وبالتالي على تنقلاتنا.
- عداد الكهرباء والماء المجودين عند مدخل البيت هما أجهزة قياس الاستهلاك وعلى أساسها ندفع الفاتورة إلى شركات المرافق.
- التبادلات التجارية بين مختلف الدول مبني على الموازيين والمكاييل.
- استخدام المسطرة لتحديد أطوال المربعات والمستطيلات والمنقلة لحساب الزوايا خلال الدراسة لمختلف العلوم منذ المدرسة الابتدائية.

لقد قام المجتمع الدولي بإيجاد تنظيم وتشريع وضعي للقياسات حتى يمكن تنظيم مختلف مجالات الحياة المعاصرة خاصة منها ما يتعلق بالمعاملات التجارية والصناعية. ومنه أنشأت فكرة المنظمات الدولية والوطنية للمقاييس والمواصفات. وقد اهتمت هذه الهيئات بدقة القياس وضبط أجهزته وتوحيد الوحدات المستعملة فيه وأساليبه. وقد أدى هذا التنظيم إلى الوصول إلى نتائج مهمة جدا على مستوى الصناعة التي أصبحت قادرة على تصنيع منتجات تتوفر فيها خاصية التبادلية وذات جودة عالية وحسب المواصفات المطلوبة في الأسواق الدولية والمحلية مما أدى إلى نمو وازدهار الاقتصاد العالمي. ومع تطور الصناعات الميكانيكية منذ بداية الثورة لصناعية وعلى مر العصور، ابتكر الإنسان لنفسه أدوات قياس تلبى احتياجاته، وعند انفتاح الدول على بعضها تطلب الأمر وضع بعض المعايير والقياسات الموحدة لتتوافق مع غيرها ومن هنا نشأت فكرة التوحيد القياسي للوحدات.

تتعد الأجهزة المستخدمة للقياس في المهن الميكانيكية، ولكل جهاز قياس طبيعة واستخدام خاص يناسب إمكانياته. فتوجد أجهزة تستخدم في القياس المباشر وأخرى تستخدم في القياس الغير مباشر.

وتشترك معظم أجهزة القياس في بعض الأساسيات والمفاهيم العامة، فعلى سبيل المثال لا الحصر، نظام الوحدات units المصمم عليه الجهاز (نظام متري أو نظام إنجليزي) وسيتم توضيح الفرق بينهم بالتفصيل في هذه الوحدة، ودقة الجهاز لأصغر قيمة مقاسة عليه .... الخ.

أدوات القياس

تصنف أدوات القياس إلى أربع أقسام أساسية وهي:

١. أدوات قياس بدائية:

وهي أدوات قياس استخدمها الأنسان البدائي من خلال الاستفادة من جسده أو الأشياء المحيطة به والتي تتميز بقلة التفاوت بينها باختلاف الشخص القائم بها ومنها على سبيل المثال:

- الشبر Span
- الذراع Arm
- القصبة Cane
- القدم Feet

٢. أدوات قياس تقريبيه

وهي الأدوات التي تستخدم لقراءة أو نقل الأبعاد من على القطع المراد قياس ابعادها

- المسطرة المدرجة Ruler
- الشريط Tape
- المتر Meter
- البرجل Compass
- المنقلة العادية Protractor

٣. أدوات قياس دقيقه

- قدمه ذات ورانيه Vernier caliper
- الميكروميترMicrometer
- منقله ذات ورانيه Protractor Vernier

٤. أدوات قياس عالية الدقة

- محددات القياس Limit gauges
- قوالب القياس الأطوال
- قوالب قياس الزوايا

تعريف علم القياس (المترولوجيا)

علم القياس (المترولوجيا Metrology) في القاموس الدولي للقياسات ١٩٩٣ م بأنه

" علم إجراء عملية القياس مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس."

The International Vocabulary of Metrology (VIM- 1993) defines metrology as the Science of measurements associated to the evaluation of its uncertainty.

العناصر الأساسية لعلم القياسات Basic Components of Metrology

توجد ثلاثة عناصر اساسية لعلم القياسات هي:

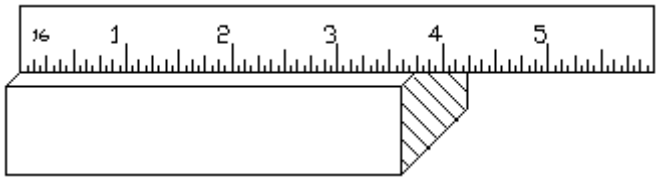
عملية القياس Measurement

نظام وحدات القياس Unit of measurement

مرجعية عملية القياس Traceability

أولا: عملية القياس (Measurement process)

تعرف عملية القياس بأنها عملية تحديد البعد المراد قياسه بواسطة جهاز قياس له وحدة قياس معلومة. حيث تسمح عملية القياس بتحديد قيمة البعد المقاس بقيمة عددية بالنسبة لوحدة قياس معلومة كما هو مبين في شكل. فمثلا نتيجة قياس أبعاد الشغلة التقريبية باستخدام مسطرة القياس لتحديد الطول والارتفاع بقيم عددية (رقمية) بوحدة مليمتر أو البوصة، مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس.



شكل رقم ١: قياس طول الشغلة = مقارنة الطول مع مسطرة القياس

وتتم عملية القياس باستخدام أجهزة ومعدات خاصة تناسب أغراض القياس (مثل: أجهزة القياس - Measurement Instruments أو محددات القياس Gages).

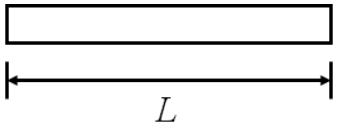
شكل رقم ٢: عرض أجهزة ومعدات القياس

تحتوي نتيجة عملية القياس على ثلاثة معلومات أساسية وهي:

١. **القيمة العددية**

التي من خلالها يحدد وصف للبعد أو الخاصية المقاسة. عند استخدم أجهزة القياس يتم الحصول على القيمة في صورة عددية أو رقمية، وتنقسم الأرقام بصفة عامة إلى أرقام عشرية وأرقام صحيحة.

- الأرقام الحقيقية (العشرية) وهي التي تمثل كميات متصلة/مستمرة، مثل طول عمود، كتلة عينة، سرعة سيارة ... الخ (مثلا ١١,٣ مم).



شكل رقم ٣

- الأرقام الصحيحة وهي التي تمثل كميات صحيحة ومنفصلة، مثل عدد الأشخاص، عدد العينات، عدد الأجهزة. الخ (مثلا ١٢ كجم).

شكل رقم ٤

٢. **وحدة قياس مناسبة:**

وهي الوحدات التي تصف القيم العددية ويكون متفق عليها عادة في إطار نظام وحدات القياس الدولي.

٣. **نسبة خطأ معينة:**

عادة كل عملية قياس توجد بها نسبة أخطاء معينة تعود لأسباب متعلقة بالجهاز أو طريقة استعمال الجهاز بواسطة المستخدم والظروف المحيطة عند الاستعمال.

ثانيا: نظام وحدات القياس

وهو النظام المتبع في القياس وأشهرها هو النظام الدولي للوحدات International System of Units- SI، في هذا النظام تم الاتفاق على وحدات قياس مناسبة في إطار نظام وحدات القياس الدولي. وسيتم توضيح هذا البند لاحقا بالتفصيل.

ثالثا: مرجعية عملية القياس Traceability

والتي تعرف بأنها "خاصية لنتيجة عملية القياس والتي يمكن ربطها بمرجعية محدد مثل هيئة القياس والمعايرة المصرية أو الدولية، وذلك وفق سلسلة متواصلة من المقارنات ذات النسب المعروفة من الأخطاء". ويتم الحصول على المرجعية Traceability غالبا بالمعايرة.

(مثلا المثقال الذي يستعمله البائع والذي يزن ١ كجم يجب أن يتم معايرته ومقارنة بالكجم القياسي الموجود بهيئة القياس والمعايرة وإعطاء شهادة بذلك من الهيئة)

الإجراءات العملية الواجب مراعاتها عند إجراء عملية القياس

خلال إجراء عملية القياس في ورش التشغيل والمعامل تكمن مهمة الفني في تحديد قيم الأبعاد بالنسبة لوحدة القياس الدولية بالدقة اللازمة واتخاذ جميع التدابير للحيلولة دون وقوع أخطاء قياس بنسب كبيرة ومن بين أهم هذه الإجراءات العملية نذكر ما يلي:

١. المحافظة على جهاز القياس في حالة عملية جيدة وعدم تعرضه لأي شيء قد يتلفه.
٢. المحافظة على بيئة عمل خاصة (درجة حرارة = ٢٠°م، درجة رطوبة = ٥٠% ومحيط نظيف خالي من الأتربة).
٣. اتخاذ جميع الاحتياطات لإجراء قراءة نتيجة القياس الصحيحة (القراءة العمودية على تدريج الجهاز. الخ).
٤. استعمال وحدة القياس المناسبة.
٥. المعايرة الدورية لجهاز القياس وهذا بمقارنته مع معايير معلومة.

طرق إجراء عملية القياس

تجرى عملية القياس على طريقتين، إما أن يكون بطريقة مباشرة Direct Measurement أو غير مباشرة Indirect Measurement.

١. **القياس المباشر:** الذي يتم تحديد البعد المراد قياسه مباشرة بواسطة جهاز القياس كما هو مبين في شكل رقم ٥.

شكل رقم ٥: عملية القياس المباشر

القياس الغير مباشر: يتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفراجير لنقل البعد المراد قياسه من الشغلة ومن ثم مقارنته مع جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية بطريقة غير مباشرة

كما هو مبين في شكل رقم ٦. تستعمل هذه الوسائل في الحالات التي يتعذر فيها وصول جهاز القياس إلى البعد المقاس.

فرجار داخلي	فرجار خارجي

شكل رقم ٦: استعمال الفرجار لنقل الأبعاد وإجراء القياس الغير مباشر

وحدات القياس

١- وحدات القياس الدولية International System of Units

لقد استعمل الإنسان منذ فجر التاريخ القياسات لتحديد ومعرفة العوامل الفيزيائية المتواجدة في محيطه. ولتحديد ذلك كان توجهه إلى استعمال وحدات قياس طبيعية مستقاة من محيطه المعهود. فقد استعمل الذراع والقدم لتحديد الأبعاد والأطوال كما استعمل وحدة الزمن المتمثلة في الليلة واليوم لتحديد المسافات البعيدة. كانت هذه المعايير ووحدات القياس كافية في العصور الأولى من التاريخ البشري رغم تنوعها واختلافها من مكان إلى آخر. ومع التقدم الصناعي الذي واكب الثورة الصناعية مع مطلع القرن الثامن عشر الميلادي أصبحت هذه المعايير ووحدات القياس لا تفي بالغرض. وقد دفعت ظروف الحرب العالمية الثانية إلى تطور صناعي مذهل كان أساسه تبادلية المنتجات الصناعية مما أبرز الحاجة الماسة إلى توحيد نظم القياس على المستوى الدولي. انبثق عن هذا النظام الدولي لوحدات القياس International System of Units SI - المتفق عليه في المؤتمر الدولي للقياسات في سنة ١٩٦٠ م. يحدد هذا النظام وحدات قياس الكميات الطبيعية التي نتعامل معها في حياتنا الصناعية، الاقتصادية والاجتماعية.

يحتوي النظام الدولي لوحدات القياس على وحدات أساسية مبينة في جدول رقم ١ ووحدات مشتقة مبينة في جدول رقم ٢.

أ. الوحدات الأساسية في نظام الوحدات الدولية Units Base SI

هي الوحدات الأولية التي تصف القيمة الفيزيائية للقياس

الكمية المقاسة Measured quantity		الوحدة		رمز الوحدة	
الطول أو البعد	Length	المتر	meter	م	m
الكتلة	Mass	الكيلوجرام	Kilogram	كجم	Kg
الزمن	Time	الثانية	Second	ث	s
درجة الحرارة	Temperature	درجة الكلفين	Kelvin	ك	K
التيار الكهربائي	Electrical Current	الأمبير	Ampere	أ	A
كمية المادة	Quantity of matter	المول	Mole	مول	mol
شدة الاستضاءة	Luminosity	القنديلة	Candela	كاد	Cd
الزاوية المسطحة	Plane angle	الراديان	Radian	راد	rad

جدول رقم ١: الوحدات الأساسية

لكل وحدة من الوحدات الأساسية معيار دولي معرف بدقة متناهية ومحفوظ من طرف المنظمة العالمية للمقاييس Standards Organization ISO International. يستعمل هذا المعيار الدولي لمعايرة المعايير الوطنية الموجودة على مستوى مختلف دول العالم والمحفوظة من طرف الهيئات الوطنية للمقاييس والمواصفات مثل الهيئة المصرية للمقاييس والمعايرة Egyptian Organization for measurements and Standards.

ب. الوحدات المشتقة Derived Units

من الوحدات الأساسية يمكن استنباط وحدات عملية أخرى تسمى بالوحدات المشتقة. تشتق هذه الوحدات عن طريق القوانين الفيزيائية التي تحكم الكمية المدروسة. جدول رقم ٢ يمثل بعض الوحدات المشتقة التي نستعملها بكثرة في واقعنا الصناعي.

الكمية المقاسة Measured quantity		الوحدة	الرمز
المساحة	Surface	الطول x الطول	m^2
الحجم	Volume	الطول x الطول x الطول	m^3
السرعة الخطية	Speed	الطول / الزمن	m/s
الذبذبة	Frequency	1/ الزمن	Hz
الكثافة	Density	الكتلة / الحجم	kg/m^3
التسارع	Acceleration	السرعة / الزمن	m/s^2
القوة	Force	الكتلة x التسارع	N
الضغط	Pressure	القوة / المساحة	N/m^2
التدفق	Flow Rate	الحجم / الزمن	m^3/s

جدول رقم ٢: الوحدات المشتقة

تستعمل بعض أجزاء أو مضاعفات وحدة القياس وهي مبينة على جدول رقم ٣.

اسـم المعامل Prefix	الرمز	معامل الضرب
التيرا Tera	T	10^{12}
الجيجا Giga	G	10^{9}
الميجا Mega	M	10^{6}
كيلو Kilo	K	10^{3}
ديكا Dica	-	10
ديسي Deci	dm	10^{-1}
السنتي centi	c	10^{-2}
الميلي milli	m	10^{-3}
الميكرو micro	µ	10^{-6}
النانو nano	n	10^{-9}
البيكو pico	p	10^{-12}
فيمتو Vimto	v	10^{-15}

جدول رقم ٣: مضاعفات وأجزاء الوحدات الأساسية المعتمدة

حسب النظام الدولي للمقاييس SI ففي المختبرات وورش الميكانيكا تستعمل وحدة المتر في قياس الأبعاد والأطوال كوحدة أساسية. إلا أنه عمليا كثيرا ما نستعمل وحدة المليمتر أو السنتيمتر عند إجراء القياس والرسومات الهندسية وهي معرفة كما يلي:

$$1\ mm = 1/1000\ m = 10^{-3}\ m$$
$$1\ cm = 1/100\ m = 10^{-2}\ m$$

٢- وحدات القياس في النظام الإنجليزي English Units

وحدات النظم الإنجليزي تعود إلى وحدات القياس المستخدمة في إنجلترا وبعض الدول مثل أمريكا والهند. إن وحدة المتر المستعملة في النظام الدولي أخذت من النظام المتري الفرنسي. وبالموازاة مع هذا النظام يوجد هناك النظام الإنجليزي الذي ما زال مستعملا بصورة أقل شمولية من النظام الدولي. يعتمد النظام الإنجليزي على وحدات القياس التالية: الميل، الياردة، القدم والبوصة. وهي معرفة كما يلي:

الوحدة الإنجليزية	رمزها وقيمتها	معامل تحويلها في نظام الدولي SI
الميل miles	1 mile = 1760 yard	1 mile = 1.609 km
الياردة yard	1 yard = 3 ft	1yd = 91.44 cm
القدم foot	1 ft = 12 in	1 ft = 30.48 cm
البوصة inch	in	1 in = 25.4 mm

جدول رقم ٤

تعتبر وحدة البوصة من بين الوحدات المعمول بها في المجال الصناعي مثل اقطار المواسير. لذا نجد أن معظم أجهزة قياس الأبعاد مثل المسطرة الحديدية أو القدمة ذات الورنية مدرجة بهذه الوحدة إضافة إلى وحدة المليمتر.

أجزاء البوصة هي:

$$1/128,\ 1/64,\ 1/32,\ 1/16,\ 1/8,\ 1/4,\ 1/2,\ 5/8,\ 3/4,\ 7/8$$

حتى يسهل علينا استعمال هذه الأجزاء وما يقابله كأعداد عشرية يمكن لنا أن نستعمل الجداول الصناعية المتوفرة في ورش التشغيل والتي تعد كأدوات مساعدة للفني في عمليات القياس.

عمليات التحويل بين الوحدات Conversion of Units

نظرا لأهمية وحدات قياس الأبعاد (mm, cm, in) في مجال القياسات الصناعية فان عمليات التحويل بين مختلف هذه الوحدات. من الأمور الضرورية لتي يجب الإلمام بها لتجنب الوقوع في أخطاء أثناء عمليات القياس، لان كتابة الأرقام بدون مراعاة الوحدة السليمة لها قد يؤدي إلى أخطاء فادحة قد تؤدي إلى خسائر مادية أو قد تصل إلى خسائر في الأرواح. فعلى سبيل المثال وليس الحصر، إن انفجار المكوك الفضائي

الأمريكي في فضاء كوكب المريخ في أكتوبر ١٩٩٩ م لم يكن إلا نتيجة خطاء في استعمال وحدات القياس للتسارع بين الوحدة البريطانية ووحدة النظام الدولي).

١. للتحويل من قدم Feet الى بوصة Inch

ل = ١ قدم (1 ft) = ٣٠ بوصة (٣٠")

٢. للتحويل من بوصة الى سنتيمتر

ل=٥ بوصة (5 in) = ٥×٢,٥٤ سم =١٢,٧ سم (12.7 cm)

٣. للتحويل من بوصة الى مليمتر

ل=٥ بوصة (5 in) = ٥×٢٥٤ مم = ١٢٧مم (127 mm)

٤. التحويل من مليمتر الى بوصة

ل=٥٠٨ مم (508 mm) = ٥٠٨/٢٥٤=٢ بوصة (٢")

٥. للتحويل من متر الى سنتيمتر

ل= ٣,٥ متر = ٣,٥ x ١٠٠ =٣٥٠ سم

٦. للتحويل من سنتيمتر الى مليمتر

ل= ٣٥٠ سم x ١٠ =٣٥٠٠ مم

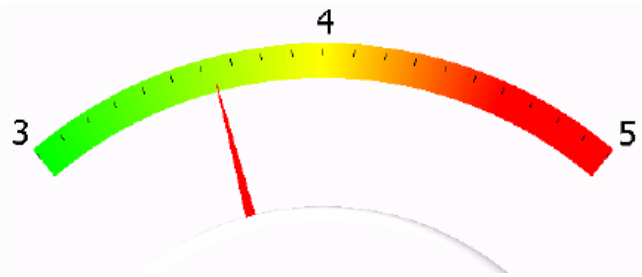
مصطلحات القياس Terminology of measurement

١. **المدى Span:** يعرف النطاق الذي يستطيع الجهاز قياسه بالمدى، والذي يعبر عن النهايات العظمى والصغرى التي يستطيع الجهاز قراءتها

المدى = القيمة القصوى – القيمة الصغرى

وتكون قراءة التدريج الكلى للجهاز Full scale reading هي القيمة القصوى للتدريج.

يوضح شكل رقم ٧ أن المدى لهذا الجهاز = ٥-٣= ٢ وحدة قياس



شكل رقم ٧: التدريج الكلي للجهاز

٢. **الخطاء Error:** الخطاء هو الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الصحيحة (الحقيقية) المثالية. ويعرف الخطاء أيضا بانه الفارق بين قراء الجهاز عن قيمة قياسية معروفة مسبقا. فمثلا جهاز يقرأ قطر عمود بقيمة ٢٠,٢مم مع ان قطر العمود المعياري هو ٢٠ مم فيكون الخطاء ٢ مم

- الخطاء المطلق Absolute error

= القيمة المقاسة Measured value – القيمة الحقيقية True value

- الخطاء النسبي Relative (Fractional) error = $\frac{\text{الخطاء المطلق Absolute error}}{\text{القيمة الصحيحة True value}}$
- النسبة المئوية للخطاء Percentage error= الخطاء النسبى × ١٠٠

تدريب: أحسب الخطاء ونسبة الخطاء fractional error والنسبة المئوية للخطاء percent error للقيم التالية:

القيمة المقاسة (m)	١٠٩	١٠٥٠	٤٥	١٧
القيمة الصحيحة (m)	١٠٠	١٠٠٠	٥٠	٢٠

جدول رقم ٥

٣. **دقــة القياس Accuracy:** دقة الجهاز هي مقدرته على إظهار القيمة الصحيحة بشكل مضبوط، أو هي مدى اقتراب القراءة المأخوذة (الوحيدة) على الجهاز بالقيمة الحقيقية للبعد المقاس. وتختلف الدقة عن مصداقية trueness القراءة في أن المصداقية تعبر اقتراب القيمة المتوسطة لمجموعة قراءات إلى القيمة الحقيقية.

ويمكن التعبير عن الدقة بأحد الطرق التالية:

- الدقـــة كنسبة من القيمة الحقيقة Percentage of true value

الدقة (أو النسبة المئوية للخطأ Percentage Error) = $\frac{\text{الخطاء المطلق Absolute error}}{\text{القيمة الصحيحة true value}}$

× ١٠٠ = قيمة %

$= \frac{(\text{القيمة المقاسة measured value} - \text{القيمة الحقيقية true value})}{\text{القيمة الحقيقية true value}}$ × ١٠٠ = قيمة %

- الدقــة كنسبة من التدريج الكلى للجهاز Percentage of full-scale deflection (F.S.O)

الدقــة = $\frac{\text{الخطاء المطلق Absolute error}}{\text{مدى الجهاز Span}}$ × ١٠٠

$= \frac{(\text{القيمة المقاسة measured value} - \text{القيمة الحقيقية true value})}{\text{اقصى قيمة للتدريج Max.scale value}}$ × ١٠٠ = قيمة %

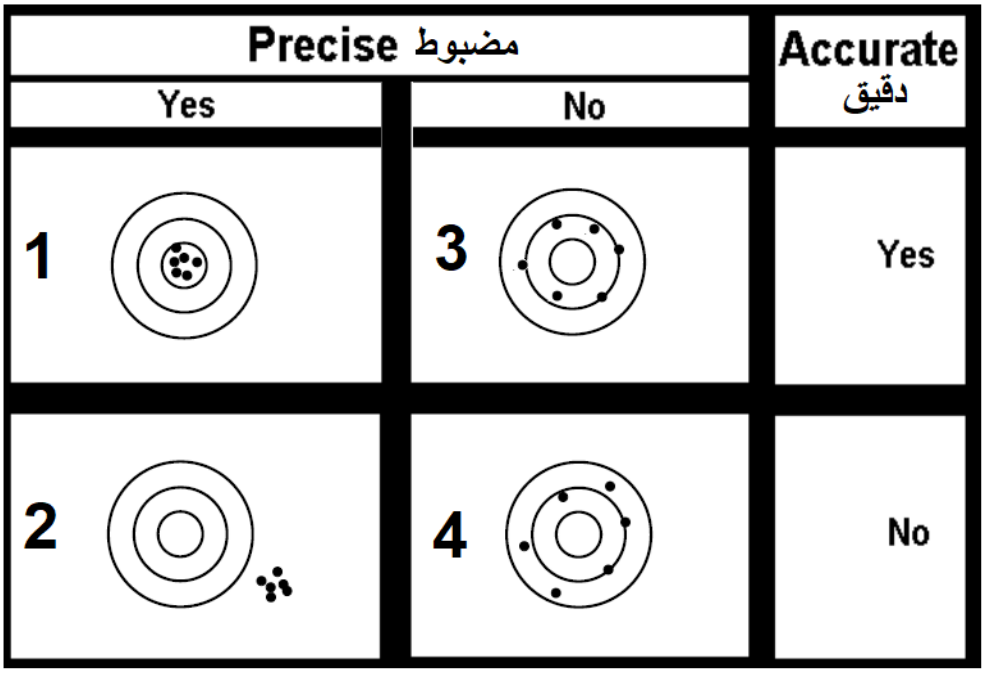
- الدقة كنسبة من القيمة المقاسة (تعتبر الأقل شيوعا)

الدقــة = $\frac{\text{الخطاء المطلق Absolute error}}{\text{القيمة المقاسة Measured value}}$ × ١٠٠ = قيمة %

٤. **الانضباطية أو التكرارية Precision or repeatability:** الانضباطية هي تكرارية القراءات بنفس القيمة وبنفس الجهاز، حتى لو كان الجهاز يكرر في كل مرة القراء بالخطاء. أي إذا أخذت

عدة قراءات لنفس البعد وكانت القراءات متماثلة تماما فانه يقال إن الجهاز المستعمل مضبوط. دائما يحدث خلط وتشويش بين الانضباطية والدقة وشكل ٢ يشير إلى عدد التصويبات التي يطلقها أربعة أشخاص لتوضيح الفارق بين الانضباطية والدقة.

- الرامي الأول: يمتاز بالدقة والانضباطية
- الرامي الثاني: غير دقيق لأنه يخطأ الهدف دائما ولكنه مضبوط فهو يطلق كل مرة في نفس المكان تقريبا
- الرامي الثالث: دقيق لان كل تصويباته كانت حول الدائرة الثانية وقريب من المركز وكنه غير مضبوط لان كل التصويبات متفرقه.
- الرامي الرابع: غير دقيق لان كل تصويباته بعيده هن المركز ومشتتة وهو أيضا غير مضبوط لان كل التصويبات متفرقه.



شكل رقم ٨: الفارق بين الدقة والانضباطية

٥. **الحساسية Sensitivity:** الحساسية تعبر عن إلى أي مدى يستشعر الجهاز الإشارة المقاسة أو الداخلة، مثلا عند قياس الفولت إذا كانت اقل قراءة يحس بها الجهاز هي ٣ فولت ولا يستشعر أي قيم تحت هذه القيمة فتكون حساسية الجهاز ٣ فولت. وكلما كانت حساسية الجهاز عالية كلما كان أفضل.

يعبر عن حساسية الجهاز بالنسبة بين التغير في قيم الخرج على التغير في الإشارة الداخلة للجهاز كما يلي:

$$\text{الحساسية} = \frac{\text{التغير في خرج الجهاز Change in output}}{\text{التغير في الأشارة الداخلة الجهاز Change in input signal}}$$

كل جهاز قياس يفضل أن يكون ذو حساسية عالية بحيث يستشعر قيم المتغيرات المقاس حتى ولو كانت صغيرة لذلك ولزيادة الحساسية تزود الأجهزة بوسيلة تكبير للإشارة الداخلة ويمكن تقسيم وسائل التكبير المستخدمة إلى أربعة أنواع:

- ميكانيكية وفيها يكون التكبير باستخدام أذرع أو تروس.
- كهربية وفيها يتم التكبير من خلال أحد العناصر الكهربية مثل شدة التيار أو الفولت.
- ضوئية وفيها يتم التكبير باستخدام المرايا أو العدسات.
- هوائية وفيها يتم التكبير باستخدام ضغط الهواء أو معدل تصرف الهواء.

٦. **الاستشعار Resolution:** هو اقل تغير في الإشارة المقاسة (الداخلة للجهاز) التي ينتج عنها تغير في قيمة الخرج المقروءة بالجهاز أي التي يستشعرها أو يكشف عنها الجهاز.

يسمى الاستشعار Resolution أيضا (اقل قيمة تقرأ least count) ويطلق على القيمة التي لا يحسها ولا يشعر الجهاز بقراءتها اسم (النطاق الميت Dead band)

في أي عملية قياس يجب اختيار الأجهزة بحيث يكون استشعارها Resolution مرتبط بمدى الدقة المطلوبة في قياس الجزء المراد قياسه، فمثلا إذا كانت الدقة المطلوبة هي ٠,٠١ مم عند قياس عمود أسطواني فمن الممكن استخدام الميكروميتر العادي أما إذا كانت الدقة المطلوبة في القياس هي٠,٠٠١ مم (١ ميكرون) فان استخدام مثل هذا الميكروميتر لا يفي بالغرض المطلوب ولذلك وجب استخدام أجهزة أخرى بحيث يمكن قياس الكسر العشري التالي للدقة المطلوبة عليها (أي يمكن قراءة حتى (٠,٠٠٥ مم)) والعكس أيضا صحيح فلا يجب استخدام جهاز ذو استشعار Resolution عالي جدا في قياس الأبعاد غير المطلوب فيها دقة عالية.

أنواع أخطاء القيـــاس

مما لا شك فيه أن كل عملية قياس يوجد بها نسبة خطأ معينة تعود لأسباب تتعلق بـالنقاط التالية:

- كفاءة جهاز القياس المستخدم.
- قدرة ومهارة القائم بالقياس.
- طريقة وظروف عملية القياس.

يمكن تقسيم أخطاء القياس إلى الأنواع الثلاثة التالية:

١. الأخطاء العشوائية Random error

الأخطاء النظامية Systematic error

الأخطاء الغير منطقي Illegitimate error

أ- الخطأ العشوائـــــي

هذا الخطأ يحدث بطريقة عشوائية لا يمكن التكهن بها ومن الصعب استنباطه. ولا يخضع لأية قوانين معروفة، ويتم الكشف عنه، عن طريق تكرار قياس كمية ما بجهاز القياس نفسه وفى الظروف نفسها، ثم تعيين الحدود القصوى والصغرى التي يقع ضمنها الخطأ العشوائي وتسمى هذه الحدود بالحدود الحدية (Limiting errors) ويكون احتمال وقوعه ضمن هذه الحدود معروفا.

مصادر الأخطاء العشوائية:

إن الأسباب الرئيسية لحدوث الأخطاء العشوائية تنتج عن متغيرات لا يمكن حصرها، وكلما تطورت تقنيات القياس برزت أسباب ومصادر جديدة لمثل هذه المتغيرات، ولكن الأسباب الرئيسية لهذه الأخطاء تتمثل في:

١. التغيرات الناتجة عن مصادر الاهتزازات المختلفة
التغيرات أو الإزاحات الصغيرة في وضعية جهاز القياس
أية تغيرات مهما كانت بسيطة في الشروط البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية
تغيرات ناتجة عن مكان وجود جهاز القياس والمشغولة التي تتم قياسها
تغيرات إضافية ذات مصادر مختلفة مثل الاحتكاك بين أجزاء جهاز القياس والشغلة
تغيرات تنتج عن الشخص القائم بالقياس

ب- الخطأ النظامي (الرتيبـــــي)

الخطاء النظامي هو جزء من الخطاء المطلق absolute error الذي يبقى ثابت دائما عند تكرار عملية القياس لنفس الكمية. الخطاء النظامي هو انحراف (انحياز Bias) عن القيمة الحقيقية true value عند تكرار عملية القياس لنفس الكمية.

الانحياز = القيمة المتوسطة للقراءات average value – القيمة الحقيقية المثالية ideal value

الانحراف Deviation= القيمة المقاسة – القيمة المتوسطة average value

الخطاء النظامي هو الخطاء التي يتخذ دائما نفس القيمة عند استخدام نفس طريقة القياس للكمية المقاسة تحت الشروط البيئية نفسها. المقصود بالشروط البيئية هي درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضغط الجوي في الوسط المحيط بجهاز القياس، وأهمها درجة الحرارة حيث أن كلا من المشغولة وأداة القياس تتأثر بأي تغير في درجة الحرارة.

ومن أسباب تواجد الاخطاء النظامية الرئيسية هو خطأ في معايرة الجهاز المستخدم مثلا أو وجود عيب بمجسات القياس وغيرها ويمكن التخلص من مثل هذه الأخطاء في نتيجة القياس بطريق الحساب

- **الخطاء النظامي ليس من السهل اكتشافه عند تكرار عملية القياس.**
- **اختبر أي من اتجاهي حركة المؤشر في اتجاه عقارب الساعة أو العكس يعني ارتفاع السطح المفحوص أو هبوطه (الارتفاع + والهبوط -)**

تأثير درجة الحرارة على الأخطاء النظامية وتصحيحها

درجة الحرارة القياسية هي 20°م ومن المستحسن أن تجرى جميع القياسات عند هذه الدرجة. غير أنه ليس من الملزم أن يتم ذلك ما دام سيؤخذ في الاعتبار الفروق الناتجة عن التغير في درجات الحرارة.

وحيث أن أغلب أجهزة القياس مصنوعة من الصلب فإنه إذا كان الجزء المراد قياسه مصنوعا من نفس المعدن وسمح له بأن يكتسب نفس درجة حرارة الجهاز، وذلك بتركه فترة في نفس مكان الجهاز فعندئذ تكون القراءة المبينة على الجهاز صحيحه وهي البعـد الحقيقـي للجـزء المقاس عند 20 م

أما إذا كان هناك فرق بين درجتي حرارة الجهاز والجزء المراد قياسه أو كان هناك اختلاف في معدنيهما فإنه يمكن حساب قيمة التصحيح وبفرض أن معامل التمدد الطولي للجزء المراد قياسه هو($ك_1$)، وأن معامل التمدد الطولي للجهاز هو ($ك_2$)، وأن درجة الحرارة هي (ت°م)، وأن القراءة المبينة على الجهاز هي(س) مم فيصبـــح مقدار التصحيـــح (ص) هـو:

مقدار التصحيح --> ص = س x ($ك_1$- $ك_2$) x (٢٠ – ت°م) مم

البعد الحقيقي للجزء عند ٢٠°م = س + ص

حيث أن:

- ص: مقدار التصحيـــح (خطأ القياس)
- س: القراءة المبينة على الجهاز
- $ك_1$: معامل التمدد الطولي للجزء المراد قياسه
- $ك_2$: معامل التمدد الطولي للجهاز
- ت°م: درجة الحرارة الشغلة

مثال

إذا كان الجزء المراد قياسه هو قضيب مصنوع من النحاس الأحمر معامل تمدده الطولي هو ٠,٠٠٠٠١٦٥ مم/درجة مئوية والجهز المستعمل مصوع من الصلب ومعامل تمدده الطولي هو ٠,٠٠٠٠١١٥ مم/درجة مئوية وكانت القراءة المبينة عليه هي١٥٠ مم ودرجة الحرارة حين أخذت القراءة كانت ٣٠°م.أحسب طول القضيب عند ٢٠°م

الحل

مقدار التصحيح ص = س x ($ك_1$- $ك_2$) x (٢٠ – ت°م) مم

ص = ١٥٠ × (٠,٠٠٠٠١١٥ - ٠,٠٠٠٠١٦٥) × (٢٠-٣٠) = - ٠,٠٠٧٥ مم

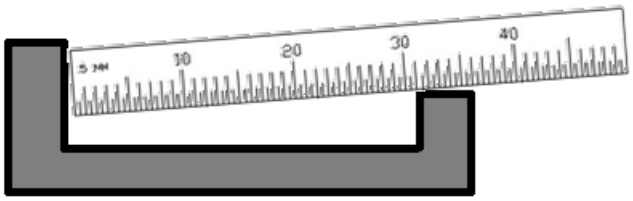
البعد الحقيقي لطول القضيب عند ٢٠°م = س + ص = ١٥٠ + (-٠,٠٠٧٥) = ١٤٩,٩٩٢٥ مم

ت- الخطاء الغير منطقي

هو خطاء منطقي ينتج من خطاء في مؤشر جهاز القياس أو شاشة عرض القيمة، أو خطاء بشري في قراءة القيمة بالخطاء أو قد يكون نتيجة عطب في الجهاز

خطأ التباين (أي خطاء المحاذاة) Misalignment Error:

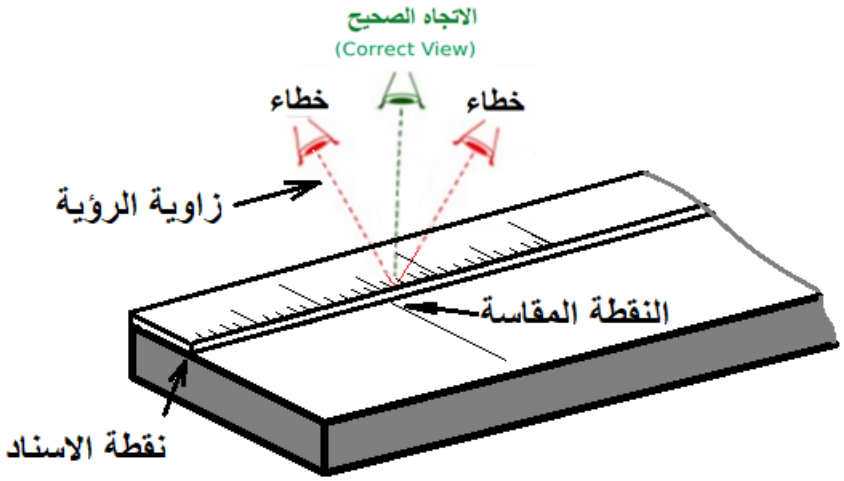
إحدى حالات الخطأ في قراءة البعد نتيجة تغيير وضع جهاز القياس (أي تغيير مكان النظر إلى المقاس)



شكل رقم ٩

خطأ الرؤية Visual Error:

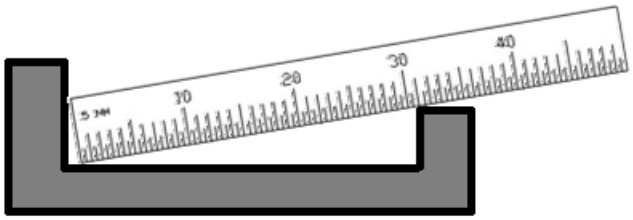
ينشأ عن قراءة خطأ للمقاس عند النظر الية.



شكل رقم ١٠

خطأ التداول باليد Handling Error – Position Error:

الشكل التالي يوضح أخطاء القياس بسبب تداول غير صحيح لأداة القياس أو الشغلة بالنسبة الى بعضهما البعض أثناء القياس



شكل رقم ١١

الاحتياطات والأمان الواجب مراعاتها في معمل القياسات

- التزم بإجراءات وإرشادات السلامة والأمان وارتدي الملابس المناسبة أثناء العمل في المعمل.
- تعامل مع زملائك ومع المدربين بجدية والتزام وروح الفريق وحسن التعامل مع الجميع.
- حافظ على تنظيم وترتيب أدوات القياس بعيدا عن الأدوات القاطعة والعدد الأخرى حتى لا تتعرض إلى التلف.
- تنظيف الأتربة والرطوبة من على قطع القياس والقدمة ذات الورانية (حيث أن تواجد الأتربة المتراكمة على جوانب القدمة تسبب خطاء في القياس يتراوح من ٢ إلى ٥ ميكرومتر أدوات القياس بأنواعها المختلفة دقيقة وحساسة جدا، فيجب التعامل معها بلطف وتجنب الخشونة.
- يجب تنظيف المشغولات من الرائش والأوساخ قبل إجراء عملية لقياس.
- التزم بالطرق الصحيحة في استخدام أدوات القياس حسب إرشادات المدرب للحفاظ على دقتها وسلامتها.
- لا تستخدم أدوات القياس في أي أعمال أخرى تسبب تلفها كالشنكرة أو الطرق على المعادن أو خلافه من أعمال حتى لا تتلف.
- تحفظ أدوات لقياس في صناديق أو أماكن تعليقها ويجب عدم إلقاء أدوات القياس مع العدد الأخرى حتى لا تتلف.
- عدم استخدام أدوات قياس المشغولات أثناء عمل ودوران آلات القطع المختلفة حتى تتوقف عن العمل.
- تزييت أدوات القياس المختلفة وعدم تعريضها للغبار أو الماء أو الأوساخ حتى لا تتلف.
- تجنب المزاح بأدوات القياس عامة وبصفة خاصة الحادة منها مع زملائك أثناء العمل لما يتسبب ذلك في حواد خطيرة.
- لا تضغط بقوة على أجهزة القياس وخصوصا فكي القدمة ذات الورانية عند القياس

قياس الأبعاد باستخدام المسطرة المدرجة والمتر Dimensional measurements using the Ruler and tape			
تدريب رقم	١	الزمن	٤ ساعات

أهداف

- التمكن من قياس الأشياء بالمسطرة المعدنية
- معرفة أنواع المساطر

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ارتداء افرول العمل	عينة معدنية أو قطعة ماسورة
مساطر معدنية (قدمه) بأطوال مختلف	
متر نظام دولي	
متر نظام إنجليزي	

جدول رقم ٦

شكل رقم ١٢: شكل عينة معدنية مسطحة للقياس

المعارف المرتبطة بالتدريب

تستخدم المساطر بصفة عامة للقياسات التقريبية للأبعاد الطولية وللحصول على قياسات دقيقة يتم استخدام القدمة ذات الورانية والميكروميتر.

تتاح المساطر بأطوال مختلفة قد تصل إلى واحد متر، تعتمد دقة القياس بالمسطرة على مهارة الفني أي أنها تعتمد على العنصر البشري ويمكن الوصول لدقة قراءه بواسطة المساطر تصل إلى 0.5% ±.

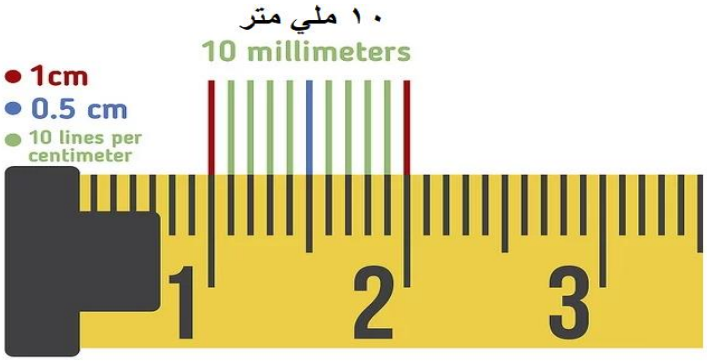
ويستخدم أيضا المتر Tape في قياس أطوال من ١ مم إلى ١٠ متر أو أكثر.

أولا: المتر Tape

يفضل استخدامه لقياس الأجسام الطويلة كالمواسير ويستخدم بكثرة في أعمال الصاج والألواح المعدنية وصناعة الأثاث المعدني وأعمال الألوميتال وتمديدات شبكات المواسير.

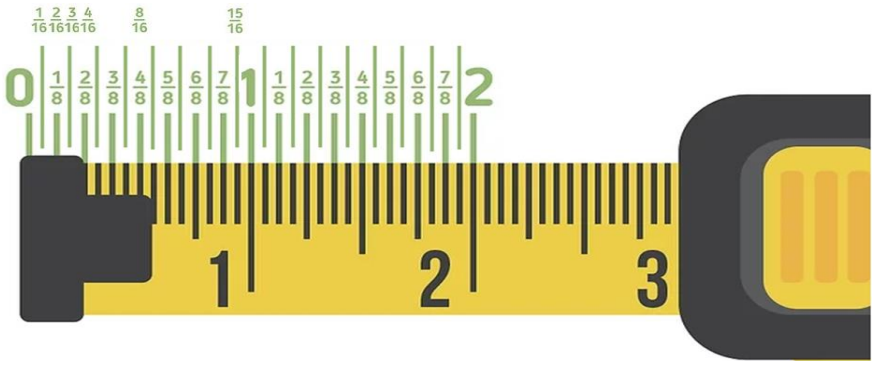
شكل رقم ١٣: شكل متر القياس الطولي tape

يكون تدريج المتر طبقا لأحد النظامين النظام الدولي أو النظام الإنجليزي، وحدة الأطوال في النظام الدولي هي المتر والذي يقسم إلى سنتيمتر ومليمتر كما هو مبين في شكل، وفي النظام الإنجليزي يكون التدريج مقسما بالبوصة inch والقدم Feet والقدم يساوي ١٢ بوصة.

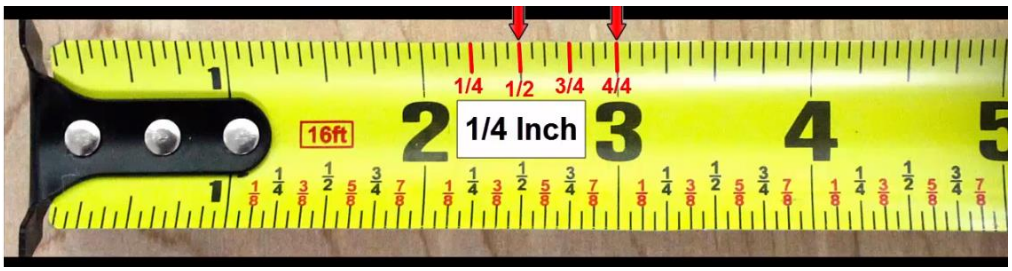


شكل رقم ١٤: تدريج المتر Tape بالسنتيمتر في النظام الدولي المتري

عادة يتم تقسيم البوصة ليكون أصغر تدريج في البوصة هو ١٦\١ (واحد على ١٦) من البوصة كما هو مبين في شكل ويليها ثمن ثم ربع ثم نصف وثلاثة أرباع وبوصة كاملة وبالتالي فان البوصة تقسم إلى ١٦ جزء على المتر الطولي وهي بالترتيب ١٦\١ و١٦\٢ =٨\١ و١٦\٣ و١٦\٤=٢\١ و١٦\٥ و١٦\٦=٤\٣ و١٦/٧ و١٦\٨=٢\١ و١٦\٩ و١٦\١٠=٨\٥ ...الخ. وفي الحياة العملية تباع المنتجات طبقا للنظام الإنجليزي، مثلا ماسورة نصف بوصة أو حديد سمك ربع بوصة وهكذا.



شكل رقم ١٥: تدريج المتر Tape بالبوصة في النظام الإنجليزي



شكل رقم ١٦: تقسيم البوصة في النظام الإنجليزي

ثانيا: القدم (المساطر الحديدية):

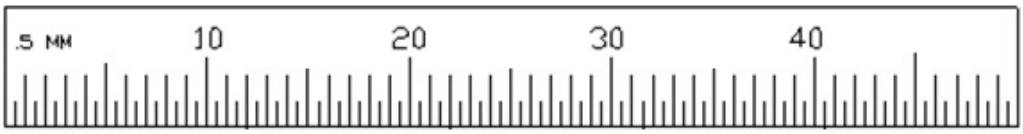
يوجد العديد من أنواع القدمات (المساطر الحديدة) التي سيتم التطرق اليها في النقاط التالية:

أنواع المساطر الحديدية:

١. **مسطرة حديدية عادية:**

تعتبر المسطرة من أول أجهزة قياس الأبعاد التي تعاملنا معها منذ السنوات الأولى للدراسة الابتدائية نظرا لسهولة استعمالها حيث أن قراءة القياس عليها بسيط جدا. عادة ما تكون المسطرة مدرجة بالمليمتر (1 mm) وبنصف المليمتر (0.5 mm).

تصنع المساطر المستخدمة في الورش من الصلب الذي لا يصدأ، أكثر أنواع مساطر القياس المستعملة في الورش هي ذات أطوال ٦ بوصة ١٢ بوصة أو ١٨ بوصة.



شكل رقم ١٧: مسطرة عادية

مسطرة ذات نهاية طرفية:

يمكن استعمال مسطرة حديدية مع نهاية لوضعها مع حافة القطعة المقاسة لكي يمكن الحصول على أحسن دقة قياس.

شكل رقم ١٨: مسطرة ذات نهاية معدنية

مسطرة رفيعة:

يستعمل هذا النوع من المساطر الصغيرة لقياس أعماق الثقوب

شكل رقم ١٩: مسطرة ضيقة لقياس أعماق الثقوب

مسطرة قصيرة بماسك:

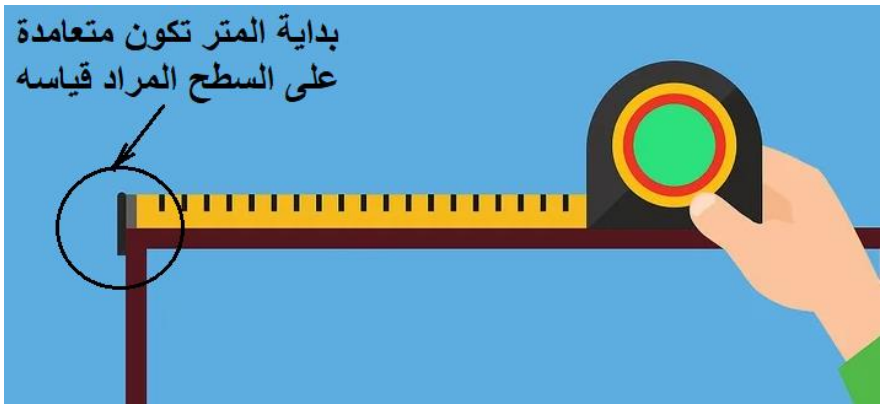
هي مسطرة حديدية قصيرة بماسك ويستعمل هذا النوع من المساطر لقياس الأبعاد الصغيرة

شكل رقم ٢٠: مسطرة قصيرة بماسك

خطوات تنفيذ التدريب

أولا: المتر الطولي Tape

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. ضع أول طرف المتر على حرف الشغلة وتأكد من تعامده عليها كما في شكل رقم ٢١.



شكل رقم ٢١: وضع طرف المتر على حافة الجسم المراد قياسه

شكل رقم ٢٢: تأكد من تعامد بداية طرف المتر على السطح المراد قياسه

٣. علم على الجزء المطلوب قياسه بواسطة شوكة علام

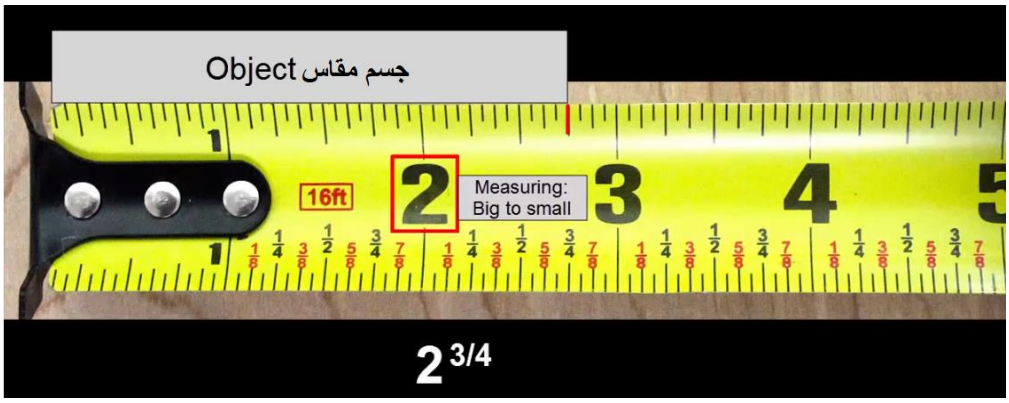
شكل رقم ٢٣: تحديد الطول المطلوب

٤. أقراء القيمة الصحيحة الأكبر ثم أجزاء الوحدة

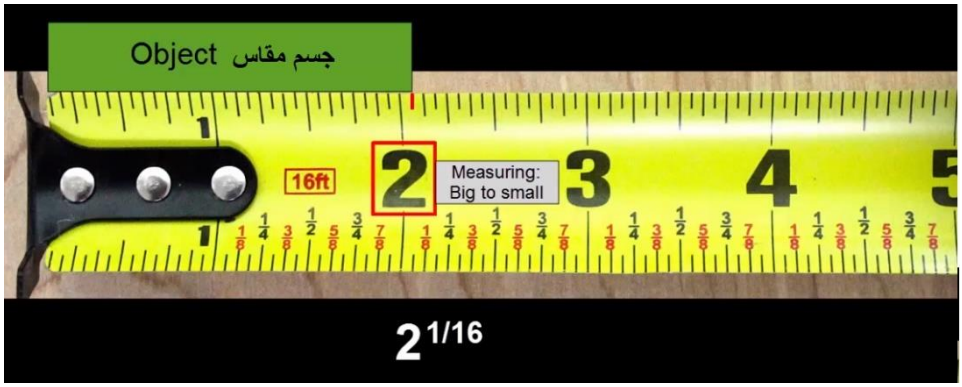
أ- القياس المتري كما هو مبين في شكل رقم ٢٤ هو ٣٣,٦ سم

شكل رقم ٢٤: قياس طول الماسورة ٣٣,٦ سم

ب- القياس بالبوصة الصحيحة ثم يليها عدد الأجزاء كما هو موضح في شكل رقم ٢٥.



شكل رقم ٢٥: قياس طول قطعة شغل طولها ٢ و٤\٣ بوصة



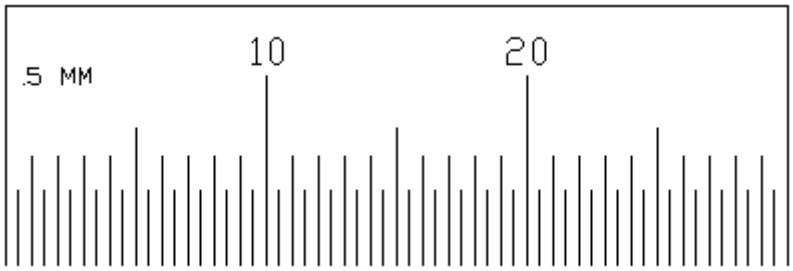
شكل رقم ٢٦: قياس طول قطعة شغل طولها ٢ و١٦\١ بوصة

٥. سجل القراءات في جدول النتائج حسب الأشكال الظاهرة في التدريب أو حسب ما يتم قياسه في المعمل.

ثانيا: القدم أو المسطرة الحديدية

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.

٢. احضر مسطرة حديدية ذات تدريج واضح بالنظام المتري من الورشة كما في شكل رقم ٢٧



شكل رقم ٢٧: مسطرة مدرجة بالملي متر

٣. قم بتحديد دقة القياس على المسطرة بقياس أصغر وحدة قياس يمكن قياسها على المسطرة عادة تكون ١ مم أو ٠,٥ مم في حالة المسطرة المترية أو أحد أجزاء البوصة في حالة المسطرة البريطانية (١/٨ أو ١/١٦ إلخ...)

٤. في الشكل السابق يتضح أن أقل وحدة قياس يمكن قياسها هي و٠,٥ مم أذن تكون دقة المسطرة 0.5 mm

٥. احضر مسطرة حديدية ذات تدريج واضح بالنظام الإنجليزي من الورشة كما في شكل رقم ٢٨

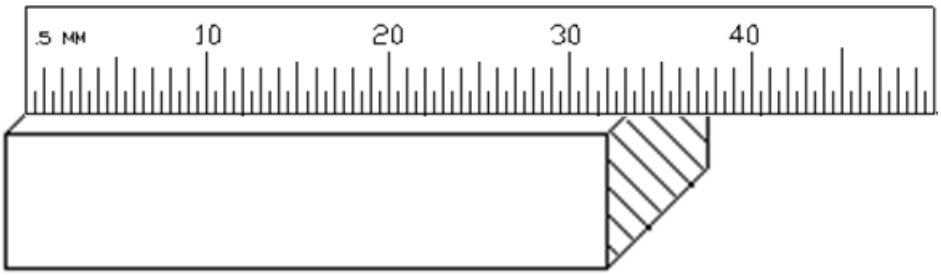
شكل رقم ٢٨: مسطرة مدرجة بالبوصة

في الشكل السابق يتضح أن أقل وحدة قياس يمكن قياسها هي ١/١٦ أذن تكون دقة المسطرة ١٦.

٦. احضر قطعة معدنية مستطيلة محددة الطول لقياس طولها.

٧. احضر مسطرة بالنظام المتري وضعها موازيا للحافة الأولى للبعد المراد قياسه مع صفر المسطرة (عادة ما يكون مع حافتها).

٨. أقرأ 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)

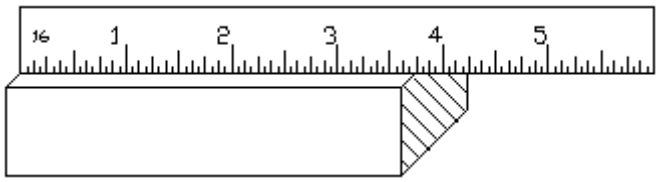


شكل رقم ٢٩: قياس طول قطعة الشغل باستخدام المسطرة مدرجة بالنظام المتري

٩. سجل القراءة المترية في جدول النتائج

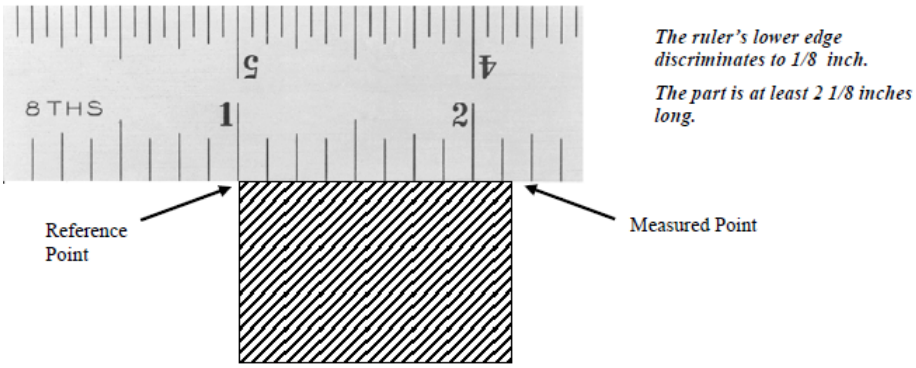
قيمة القراءة على الرسمة ٣٣مم ليس بالضرورة أن تكون هي القيمة الفعلية للقطعة الموجودة بالمعمل.

١٠. اعد الخطوات من ٦ إلى ٩ باستخدام مسطرة مدرجة بالنظام الإنجليزي كما في شكل رقم ٣٠، وسجل مشاهداتك لتبين العلاقة بين البوصة والسنتيمتر.



شكل رقم ٣٠: قياس طول قطعة الشغل باستخدام المسطرة مدرجة بالنظام الإنجليزي

انظر إلى شكل رقم ٣١ والذي يبين قياس طول قطعة بمسطرة مدرجة بالبوصة inch.



شكل رقم ٣١: مثال للقياس بمسطرة مدرجة بالنظام الإنجليزي

١١. استخدم المسطرة لفحص استوائية قطعة الشغل كما هو مبين في شكل رقم ٣٢.

شكل رقم ٣٢: قياس استوائية السطح باستخدام حافة المسطرة

يجب التحقق أو التأكد من مدى مطابقة مواصفات الأسطح التي تم إنجازها في عمليات التشغيل مثل القشط أو البرادة للمواصفات المطلوبة. وأهم المواصفات أو الخصائص التي يتم فحصها هي الاستوائية Flatness، لذا يتم استخدام حافة المسطرة لفحص استوائية السطح المبرود.

١٢. قم بالنظر عموديا على سطح التلامس بين حافة المسطرة والسطح والشق الضوئي بين السطح وحافة المسطرة كما هو موضح في شكل رقم ٣٢. ظهور ضوء يدل على عدم استواء السطح سجل ما تشاهده في هذه الحالة.

تسجيل النواتج

م		طول قطعة المعدن	
١	المتر Tape	سم	بوصة
٢			
٣	القدم (المسطرة) Ruler		
٤			

جدول رقم ٧

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع المساطر المختلفة.			
٣	يحدد قراءة الأطول بالمسطرة المدرجة.			
٤	يميز بين القياس المتري والقياس بالوحدات الإنجليزية.			
٥	يحدد مدى استواء السطح باستخدام المسطرة.			
٦	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام.			
٧	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			
٨	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا			

جدول رقم ٨

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

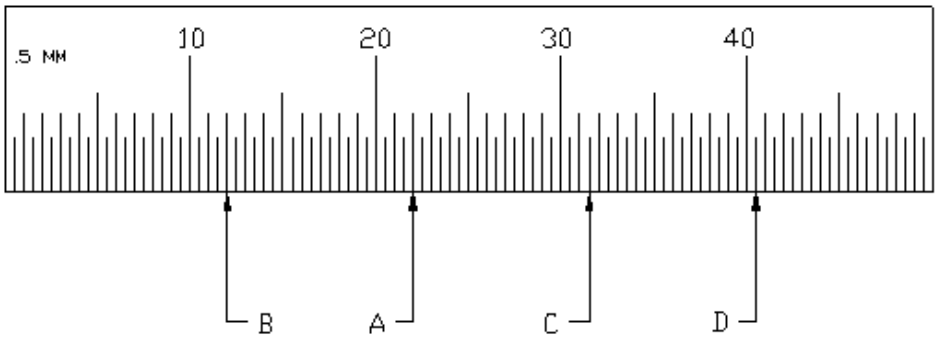
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

مسطرة مدرجة بالنظام المتري.

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٥ دقائق:

قراءة أطوال النقاط A, B, C, D المبينة على المسطرة.



شكل رقم ٣٣

نقل الأبعاد باستخدام البرجل Dimensional transfer using the (Compass) Divider

تدريب رقم	٢	الزمن	٤ ساعات

أهداف

- استخدام الفرجار الخارجي والخارجي بشكل سليم.
- نقل وقياس الأبعاد بشكل سليم.

متطلبات التدريب

العدد و الأدوات	المواد و الخامات
فرجار داخلي	قطع معدن أسطوانية بها ثقب داخلي
فرجار خارجي	قطرها الخارجي ٣٠مم و الداخلي ١٥ مم و ارتفاعها ١٥ مم
مسطرة معدنية	فوطة قماش قطن

جدول رقم ٩

المعارف المرتبطة بالتدريب

البراجل / الفراجار Divider (Compass): تتعدد أنواع البراجل تبعا لتنوع أغراض استعمالها فمنها المستخدم في عمليات القياس ومنها المستخدم في عملية الشنكرة أي نقل الأبعاد إلى قطعة الشغل أو لرسم الدوائر. تصنع البراجل من الصلب متوسط الكربون وله أنواع متعددة تصنف حسب شكل الساقين فمنها البرجل العدل وأبو شوكة وذي السنين والكروي، ويكون جناحا من النوع المثبت بالبرشام أو النوع الذي يتم التحكم في جناحيه عن طريق سوستة كما هو مبين في شكل رقم ٣٤.

شكل رقم ٣٤: الأنواع المختلفة للفرجار

يستخدم الفرجار الخارجي لقياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة أثناء تشغيلها، ويستخدم فرجار القياس الداخلي للحصول على القياسات الداخلية حيث يدخل الفرجار إلى المكان المراد قياسه ثم يفتح بعد ذلك باتجاه الخارج وببطء حتى يتم التلامس بين الذراعين وحافة المكان المراد قياسه ويتم بعد ذلك إخراج الفرجار مع تماشى الضغط على الساقين وذلك للاحتفاظ بدقة القياس ثم يتم بعد ذلك قراءة القياس المعطى بواسطة الفتحة بالقدمة أو المسطرة، بينما الفرجار ذو الشوكتين والذى يسمى بفرجار العلام أو الفرجار العدل لأنه يتكون من ساقين مبططين مستقيمين لكل منهما سن على شكل شوكة ويستعمل لنقل الأبعاد إلى قطعة العمل أو لعمل علام أو دوائر عليها. ويوضح شكل رقم ٣٥ استخدامات الأنواع المختلفة من الفرجار.

شكل رقم ٣٥: استخدامات الأنواع المختلفة من الفرجار

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. قم بتحضير وتنظيف القطعة المطلوب قياسها قبل إجراء عملية القياس
٣. قم بملامسة طرف الذراع الثابت لاحد أسطح قطعة العمل حسب نوع القياس كما يلي:
   أ. من الخارج في حالة الفرجار الخارجي:

اغلق الزراع المتحرك ببطء حتى يلامس محيط قطعة العمل المستديرة بشكل قطري

شكل رقم ٣٦: قراءة البعد من الخارج

ب. من الداخل في حالة الفرجار الداخلي:

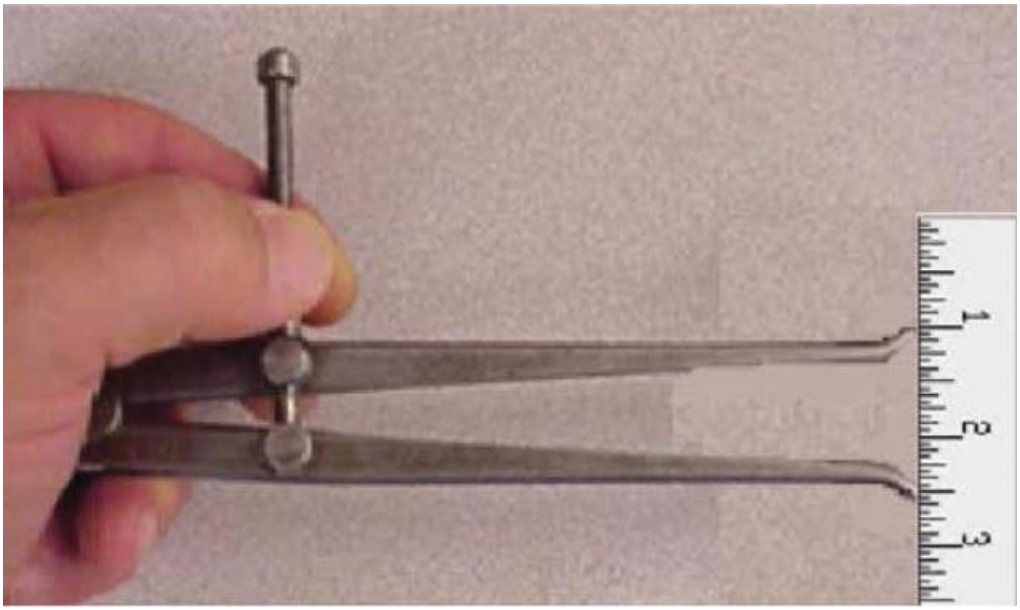
افتح الذراع المتحرك باتجاه الخارج وببطء حتى يتم التلامس بين الذراعين وحافة المكان المراد قياسه

شكل رقم ٣٧: قراءة البعد من الداخل

٤. اربط مسمار التثبيت، في كلا الحالتين السابقتين، لضمان عدم تغير قيمة البعد المطلوب قياسه، أو اضغط ضغطا خفيفا على الساقين حتى لا يفتح عن القيمة المقاسة في حالة عدم وجود مسمار.
٥. سجل في جدول المشاهدات أيهما أفضل وأدق، استخدام مسمار التثبيت أم التحكم بقوة اليد.
٦. ضع الفرجار على مقياس القدمة الصلب (المسطرة المعدنية) وأقراء حسب الحالة:
   أ. البعد الخارجي وسجله في جدول النتائج

شكل رقم ٣٨: قراءة البعد الخارجي على المسطرة

ب. البعد الداخلي وسجله في جدول النتائج



شكل رقم ٣٩: قراءة البعد الخارجي على المسطرة

٧. قم بمطابقة القيمة المقروءة مع القيم الصحيحة لقطعة العمل.

تسجيل النواتج

م	نوع البعد المقاس	ابعاد قطعة العمل الوحدة (مم)
١	البعد الخارجي	
٢	البعد الداخلي	

جدول رقم ١٠

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع البراجل المختلفة.			
٣	يحدد قراءة الأبعاد و اختيار البرجل المناسب للقراءة.			
٤	ينقل الأبعاد من قطعة العمل إلى المسطرة باستخدام برجل القياس الخارجي.			
٥	ينقل الأبعاد من قطعة العمل إلى المسطرة باستخدام برجل القياس الداخلي.			
٦	يتحكم في القراءة المأخوذة بالفرجار			
٧	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			
٨	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا			

جدول رقم ١١

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- برجل داخلي وآخر خارجي.
- قطعة شغل مجوفه.

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٥ دقائق:

- قراءة البعد الخارجي والبعد الداخلي.

قياس الأبعاد باستخدام القدمة ذات الورانية (البوكليز) Dimensional measurements using the Vernier caliper

تدريب رقم	٣	الزمن	٨ ساعات

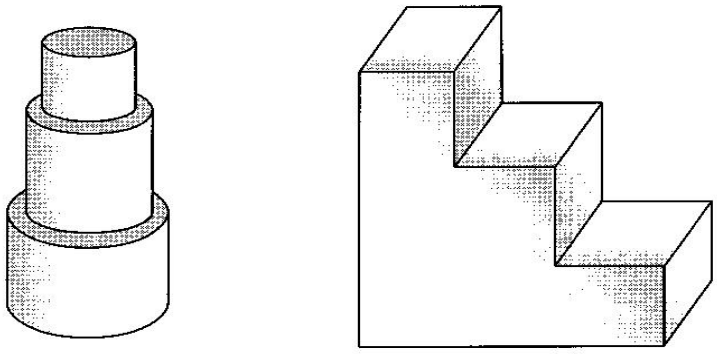
أهداف

- التعرف على شكل وأجزاء وأنواع وطرق استخدام القدمة ذات الورانية
- المقدرة على قياس الأقطار الداخلية والخارجية والارتفاعات والأعماق
- المقدرة على القياس بدقة عالية بالقدمة ذات الورانية

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
القدمة ذات الورانية	قطع معدن متدرجة للقياس ١٢,٥*٥٠*٥٠ مم
	قضيب معدني بأقطار Φ مختلفة (٣٠, ٥٠, ٧٠ مم)
	فوطة قماش قطن

جدول رقم ١٢



شكل رقم ٤٠: القطع المعدنية المستخدمة في القياس

المعارف المرتبطة بالتدريب

خلال عمليات التشغيل ومن حين لآخر يقوم الفني بالتحقق من مطابقة أبعاد القطع المشغولة مع المواصفات الموضوعة على التصاميم سواء من ناحية الشكل، أو الأبعاد أو جودة الأسطح. ولا يمكن أن يتأتى ذلك إلا عن طريق إجراء عمليات القياس على هذه الخصائص. إن جودة المنتجات الصناعية تستدعي تصنيع قطع ميكانيكية بدقه عالية تتجاوز دقه المسطرة الحديدية، لهذا فإن القياسات الدقيقة تستلزم استعمال أجهزة أكثر

دقة مثل القدمة ذات الورنية والميكروميتر. كما تستعمل هذه الأجهزة الدقيقة أثناء تركيب الماكينات وأدوات القطع وأثناء إجراء عمليات الصيانة عليها.

تعتبر القدمة ذات الورنية من بين أهم أجهزه القياس المستعملة في ورش الميكانيكا بصفة عامة وورش التشغيل بصفة خاصة. ترجع هذه الأهمية للإمكانات المتعددة للقدمة في قياس الأبعاد مقرونة مع سهولة الاستعمال زيادة على دقتها الممتازة.

اخترعت القدمة ذات الورانية بواسطة المخترع الفرنسي بير فينر Pierre Vernier سنة ١٦٣٢ م وهي عبارة عند دمج المسطرة مع الكاليبر caliper

يركز هذا التدريب على التعريف بمكونات القدمة ذات الورانية وأنواعها القياسية وكيفية استخدامها والتمكن من معرفة التدرجيات المسجلة عليها ودقة القياس التي يمكن الحصول عليها حسب التدريج الواقع على القدمة ذات الورانية.

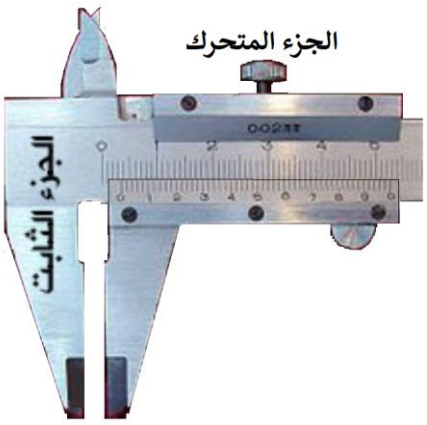
أتى اسم القدمة ذات الورانية في اللغة العربية من شكلها المشابه للقدم ومقياس الورنية المستخدم فيها. تجمع القدمة ذات الورانية بين المسطرة والكاليبر Caliper، وتستخدم لقياس الأبعاد والأقطار الداخلية والخارجية والأعماق والطول للمشغولات.

وتستخدم القدمة ذات الورنية في قياس الأبعاد والأطوال التي يصعب قياسها في المسطرة المترية كالأقطار الداخلية والخارجية للأنابيب وأعماقها، وهي بذلك أدق في القياس من المسطرة المترية حيث تصل دقتها إلى حدود 0.1 mm ونستطيع بواسطتها قياس الأبعاد التي لا يزيد طولها عن 10 cm.

١. مكونات القدمة ذات الورانية Vernier calipers

تتركب القدمة ذات الورانية من جزئيين أساسيين هما:

- **الجزء الثابت:** يحتوي هذا الجزء على فك ثابت Fixed jaw متصل بمسطرة القياس الرئيسية main scale والتي عادة ما تكون مدرجة بالتدريج المتري (بالملي متر mm) من جهة وبالتدريج الإنجليزي (بالبوصة Inch) من جهة أخرى. ويستخدم القياس الرئيسي ليتم قراءة الملي مترات الصحيحة.



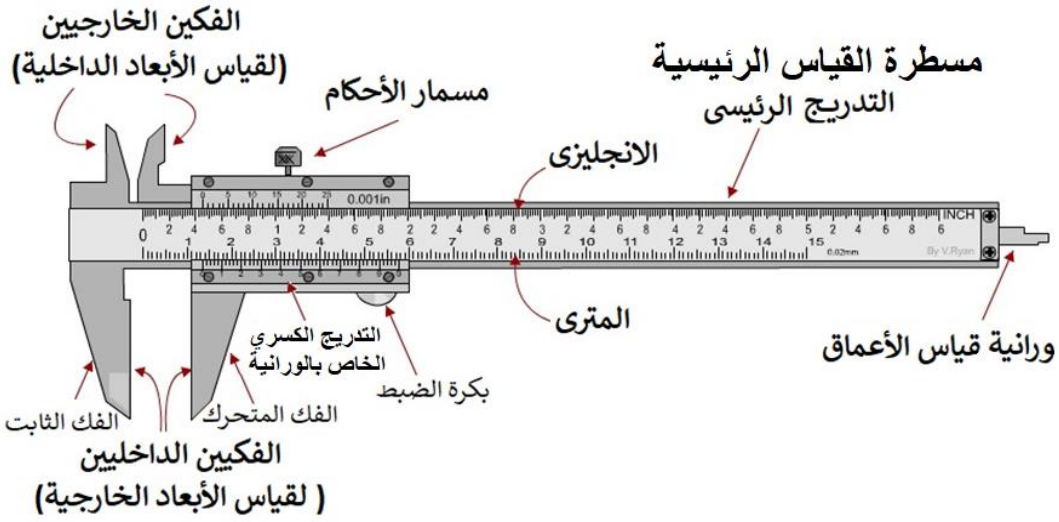
شكل رقم ٤١: الجزء الثابت و الجزء المتحرك بقدمة ذات ورانية من النوع M1

- **الجزء المتحرك:** وهو عبارة عن منزلقة تحمل الفك المتحرك (movable jaw) والجزء المسمى بورنية القياس Vernier scale. والورنية هي مقياس صغير ينزلق على مقياس أساسي يسمى القدمة والتي هي جزء من المسطرة المترية. وتكون ورنية القياس مدرجة بأجزاء الملي متر وتستخدم لقياس الكسور العشرية. ويتم تحديد دقة الجهاز بالتقسيم الموجود على الورنية.

وعادة ما تكون دقة قياس الورنية ب (٠,١ =١٠/١ مم) أو (٠,٠٥ =٢٠/١ مم) أو (٠,٠٢ =٥٠/١ مم) ويوجد ساق في نهاية الجزء المتحرك بالقدمة ذات الورانية عبارة عن عمود لقياس أعماق الثقوب والمجاري العميقة (Stem for depth measurements).

ويبين الشكل التالي تفصيلا كاملا للقدمة ذات الورانية و مكوناتها التالية:

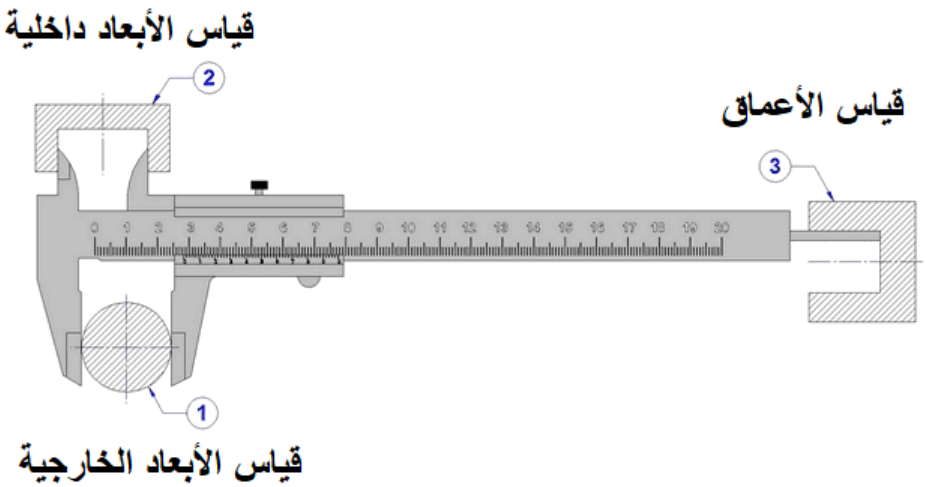
- مسطرة القياس الرئيسية (القدمة): وتكون مدرجة بالمليمترات من طرف والبوصة من طرف أخر.
- الورانية Vernier: هي مقياس صغير ينزلق على المقياس الأساسي (القدمة)
- الفكين الخارجيين External jaws: أحدهما ثابت، الأخر متحرك كما هو مبين في شكل رقم ٤٢وتستخدم لقياس الاقطار الخارجية الكبيرة.
- الفكيين الداخليين Internal jaws: وتستخدم لقياس الأقطار الداخلية الصغيرة.



شكل رقم ٤٢: قدمه ذات ورانية من النوع M1

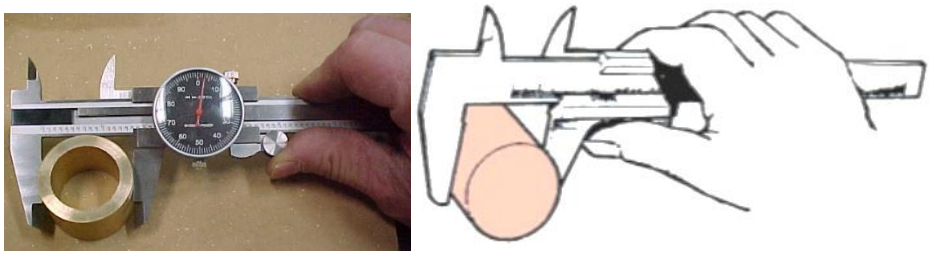
استخدامات القدمة ذات الورانية

تستخدم القدمة ذات الورانية لقياس الأبعاد الداخلية أو الخارجية أو قياس الأعماق كما هو مبين في شكل رقم ٤٣



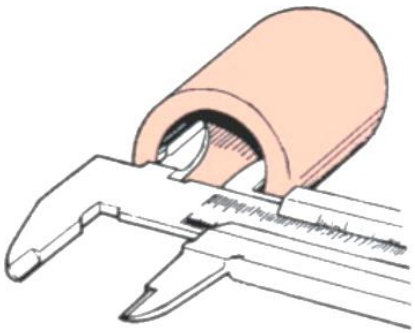
شكل رقم ٤٣: أنواع القياس التي يمكن قياسها بالقدمة ذات الورانية

أ- قياس الأبعاد الخارجية



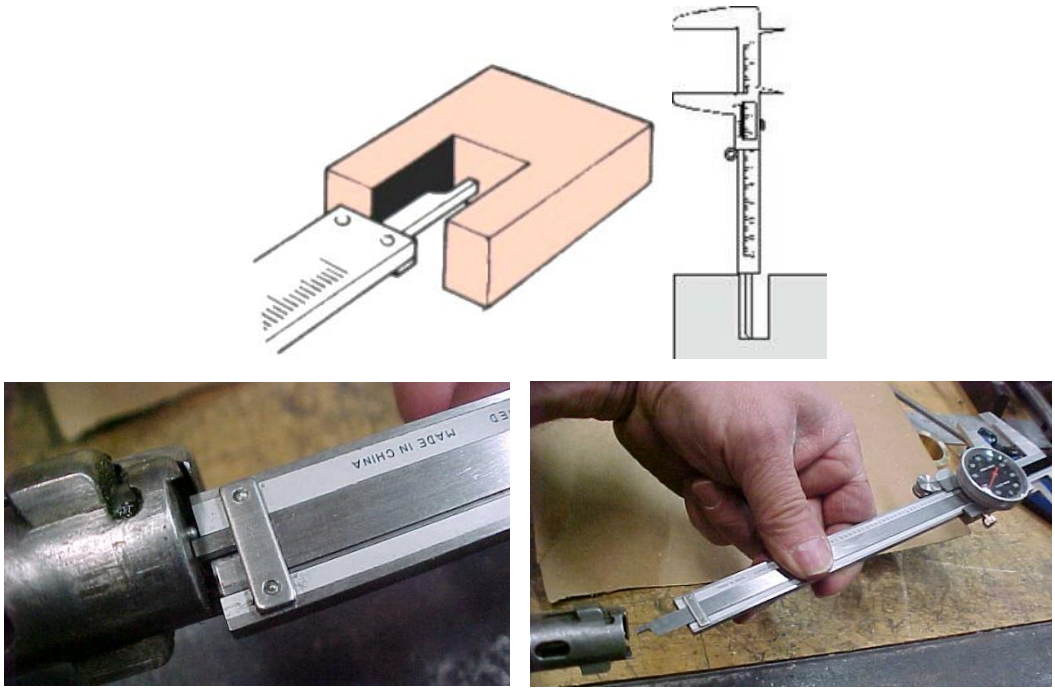
شكل رقم ٤٤: قياس الأبعاد الخارجية بالقدمة ذات الورانية

ب- قياس الأبعاد الداخلية



شكل رقم ٤٥: قياس القطر الداخلي بالقدمة ذات الورانية

ت- قياس العمق (مثل قياس عمق مجرى الخابور أو عمق الثقوب والمجاري)

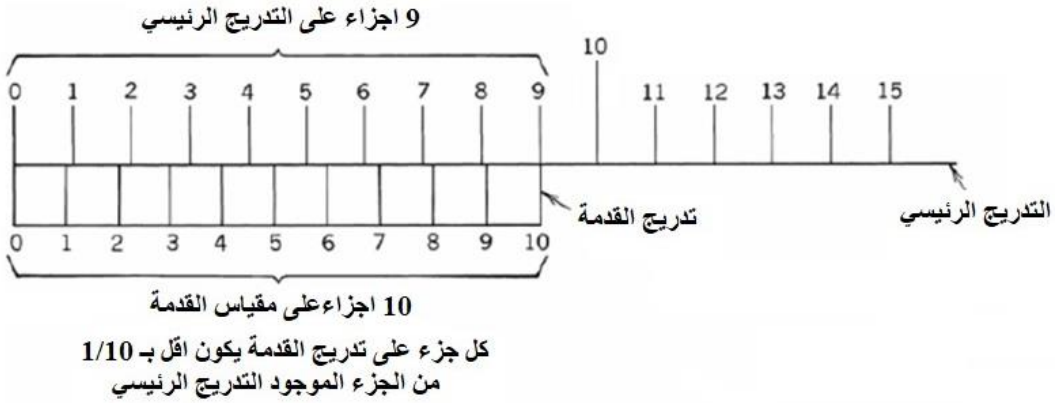


شكل رقم ٤٦: قياس الأعماق بالقدمة ذات الورانية

العلاقة بين تدريج الورانية والتدريج الرئيسي

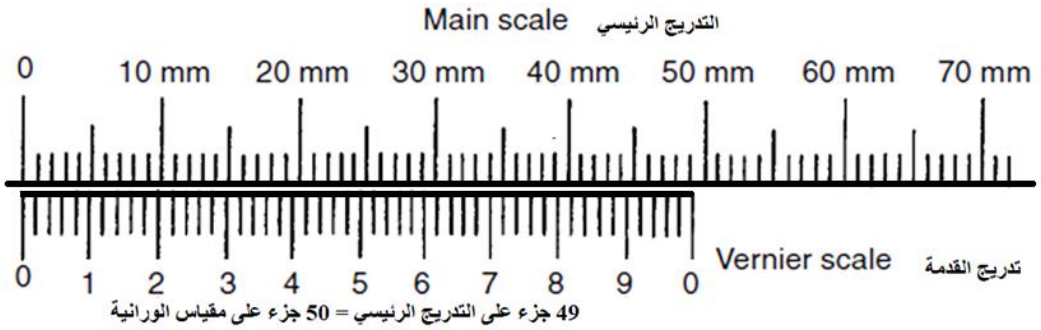
يختلف تدريج مقياس القدمة Vernier في الطول عن تدريج مسطرة القياس الرئيسة، ففي معظم الأنواع المعتادة للقدمات ذات الورانية يكون عدد تقسيمات القياس للوحدة الكاملة على المسطرة الرئيسية وليكن (n) يناظر في الطول عدد (n+1) على مقياس الورانية Vernier

في الشكل. القدمة مقسمة إلى ١٠ أجزاء والذي يناظر ٩ أجزاء على التدريج الرئيسي وبالتالي كل جزء على تدريج القدمة يكون اقل ب (١/١٠) من الجزء للتدريج الموجود على مسطرة القياس الرئيسية.



شكل رقم ٤٧: ورانية مقسمة إلى ١٠ أجزاء لقدمة اقل قياس صحيح بها هو ١ مم

شكل رقم ٤٨يبين قدمه ذات ورانية، بها مسطرة القياس الرئيسية مقسمة بوحدة ١ مم، وطول القدمة مقسم إلى ٥٠ جزء والذي يناظر ٤٩ مم على المسطرة الرئيسية وبالتالي كل شرطة أو وحدة على القدمة أصغر بقيمة (١/٥٠=٠,٠٢) من الوحدات على المقياس الرئيسي.



شكل رقم ٤٨: ورانية مقسمة إلى ٥٠ جزء لقدمة اقل قياس صحيح بها هو ١ مم

إن تدريج الورانية يقسم اقل وحدة قياس يمكن قياسها بالقدمة (مسطرة القياس الرئيسية) إلى عدد الأجزاء الموجودة على مقياس الورانية. مثلا إذا كانت اقل وحدة قياس على القدمة هي ١ مم وكانت عدد أجزاء الورانية ٥٠ جزء فيعنى ذلك أن الـ ١ مم يمكن تقسيمة إلى ٥٠ جزء أي بدقة ٠,٠٢مم.

دقة الورانية

دقة الورانية هي أصغر تدريج على الورانية وتحسب بالعلاقة التالية:

الدقة=١/ن

حيث (ن): هي عدد التدريجات (الأجزاء) على الورانية

إذا كان اقل تدريج على القدمة هو ١ مم، وعدد التدريجات على الورانية ٥٠ جزء تكون (ن=٥٠) فأنها تسمى الورانية الخمسينية وتكون دقتها (١/٥٠) =٠,٠٢ مم

إذا كان اقل تدريج على القدمة هو ١ مم، وعدد التدريجات على الورانية ٢٠ جزء تكون (ن=٢٠) فأنها تسمى الورانية العشرينية وتكون دقتها (١/٢٠) =٠,٠٥ مم

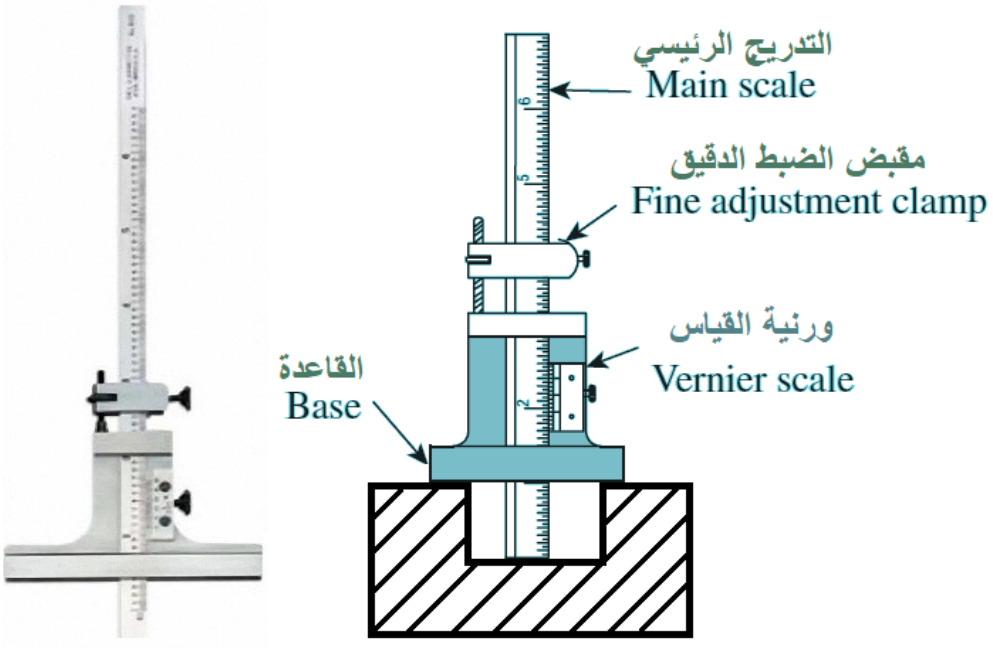
- **الورنية العشرية (مقسمة إلى ١٠ أقسام) تعطي دقة قياس مقدارها ٠,١ مم**
- **الورنية العشرينية (مقسمة إلى ٢٠ قسم) تعطي دقة قياس مقدارها ٠,٠٥ مم**
- **الورنية الخمسينية (مقسمة إلى ٥٠ قسم) تعطي دقة قياس مقدارها ٠,٠٢ مم**

أنواع القدمة ذات الورانية:

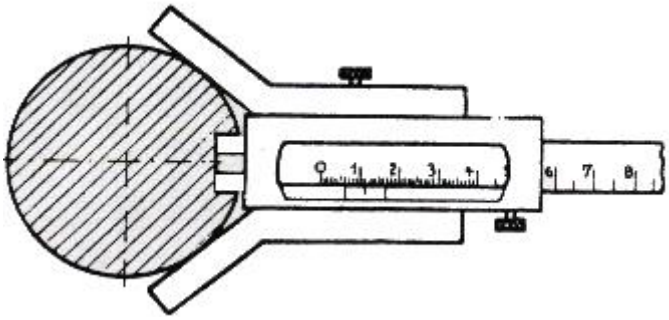
يوجد ثلاثة أنواع قياسية من القدمة هي كما يلي:

- القدمة ذات الورانية Vernier caliper: والتي تم شرحها بالتفصيل في الأجزاء السابقة
- قدمه قياس الأعماق Depth caliper: تستعمل قدمه قياس الأعماق في قياس أعماق الثقوب وأعماق التجاويف والمجاري المختلفة.

تتكون القدمة كما هو مبين في شكل رقم ٤٩ وشكل رقم ٥٠ من عمود للقياس الرئيسي وقنطرة عليها ورنية القياس.

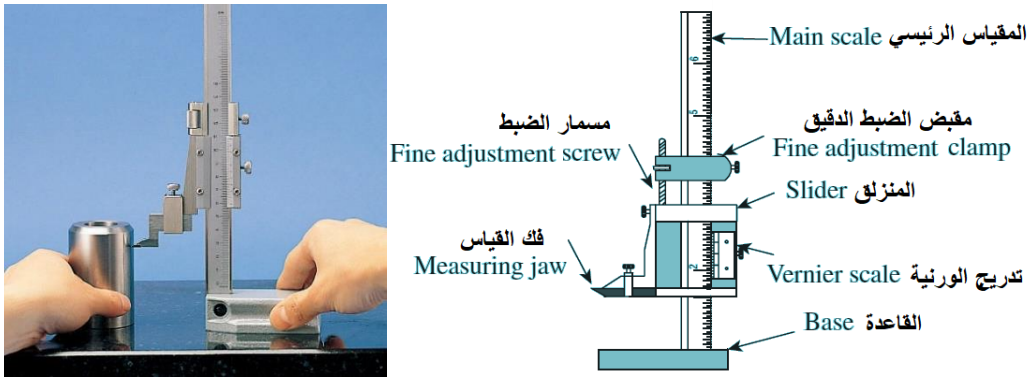


شكل رقم ٤٩: قدمه الأعماق للمشغولات المسطحة



شكل رقم ٥٠: قدمه الأعماق للمشغولات الدائرية

- قدمه قياس الارتفاع Height Vernier caliper: تستخدم هذه القدمة في قياس الارتفاع ويمكنها ترك علامة على قطعة الشغل وبالتالي فهي أداة مفيدة في عمليات الشنكرة كما هو مبين في شكل رقم ٥١.



شكل رقم ٥١: قدمه الارتفاع

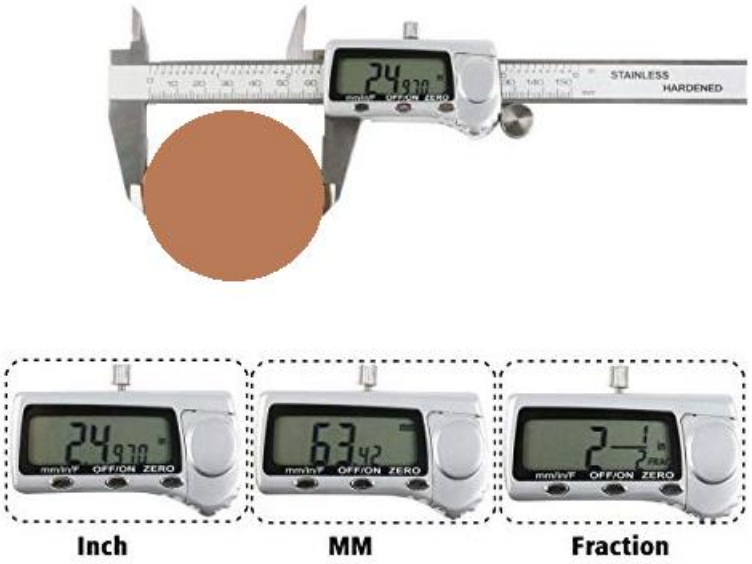
طرق القراءة من القدمة

النوع المنتشر من القدمات ذات الورنية هو النوع التي يقوم فه الفني بقراءة القيم بالنظر إلى وضع الورنية وحساب البعد النهائي وقد تكون الورنية الكترونية لإظهار قيمة القراءة على شاشة أو قد تكون ذات ساعة قياس.

- **قدمه للقراءة بالحساب اليدوي**: في هذا النوع يتم حساب عدد التدريجيات الصحيحة ونسب التقسيم من الورانية والتي سيتم التدريب عليها بالتفصيل في هذا التدريب.
- **قدمه الكترونية رقمية Digital Vernier caliper**: تستعمل القدمة الإلكترونية الرقمية بنفس قواعد وشروط استخدام القدمة ذات الورنية التقليدية ولكنها تسهل الحصول على القراء مباشرة من خلال الشاشة الإلكترونية كما هو مبين في شكل رقم ٥٢ هذا النوع قد يتأثر هذا النوع بالماء والرطوبة والحرارة والمواد الكيمائية.

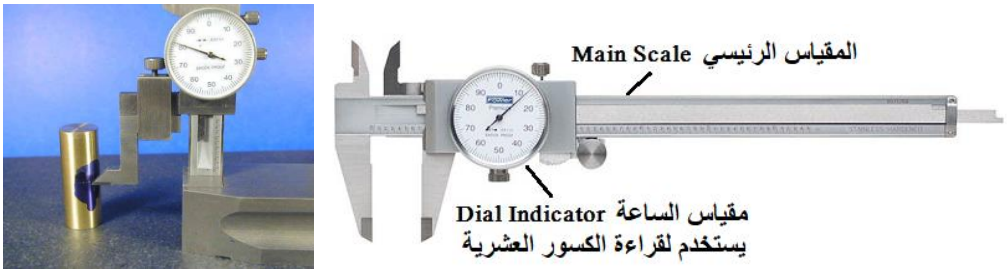
شكل رقم ٥٢: قدمه الكترونية رقمية Digital caliper

وشكل يبين مثال على قياس قطر ماسورة بوحدة المليمتر أو البوصة أو ظهور القراءة كنسبه ٢,٤٩٧٠ مم =٦,٣٤٢ مم =٢,٤٩٧٠ بوصة = $2\frac{1}{2}$ بوصة



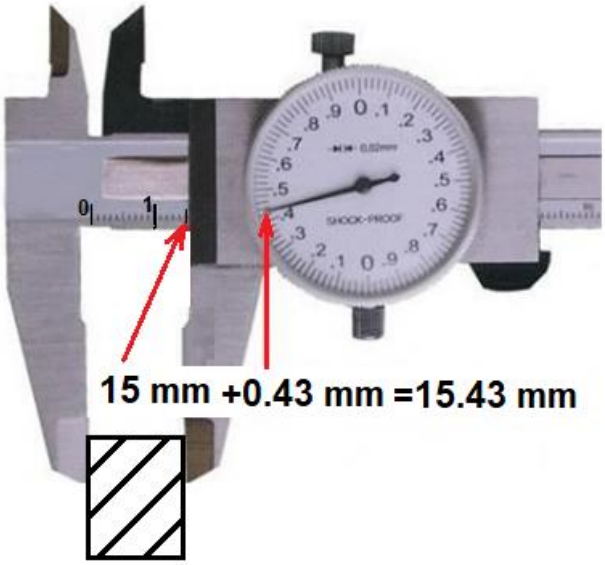
شكل رقم ٥٣: مثال على القياس وقراءة تدريج من على الشاشة

- **قدمه ذات ساعة Dial Vernier Caliper:** تعمل بنفس فكرة القدمة ذات الورنية التقليدية ويتم قراءة القيمة الصحيحة بالعين والحصول على قيمة الكسر العشري من خلال قراء مؤشر الساعة.



شكل رقم ٥٤

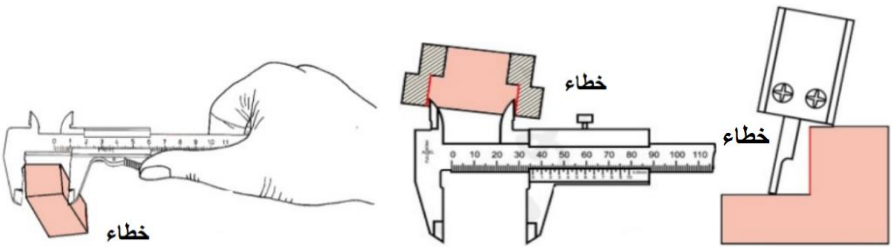
وشكل رقم ٥٤ يبين مثال على قياس قطر ماسورة بوحدة المليمتر أو البوصة أو ظهور القراءة كنسبه ٢,٤٩٧٠ مم =٦,٣٤٢ مم =٢,٤٩٧٠ بوصة = $2\frac{1}{2}$ بوصة.



شكل رقم ٥٥: مثال على القياس وقراءة تدريج باستخدام الساعة

أخطاء ينبغي تجنبها عند القياس بالقدمة ذات الورنية:

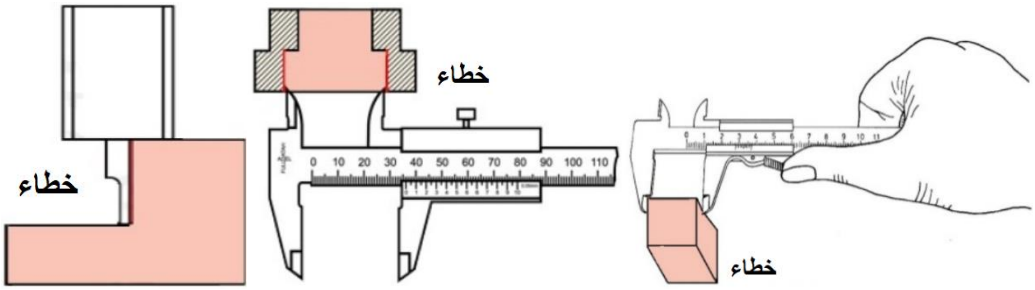
- تحريك القدمة وسحبها على قطعة الشغل.
- وجود خلوص ملحوظ بين القدمة والورنية (يقال إن القدمة مبوشة).
- الضغط بقوة شديدة أو ضعيفة على فكي القياس مع قطعة الشغل.
- وضع فكي قدمه القياس على قطعة الشغل في وضع مائل كما هو مبين في شكل رقم ٥٦.



شكل رقم ٥٦

شكل رقم ٥٧: خطاء ميل القدمة عند إجراء عملية القياس

- عدم امتداد دخول فكي قدمه القياس مسافة كافية على سطح الشغلة المراد قياسها.

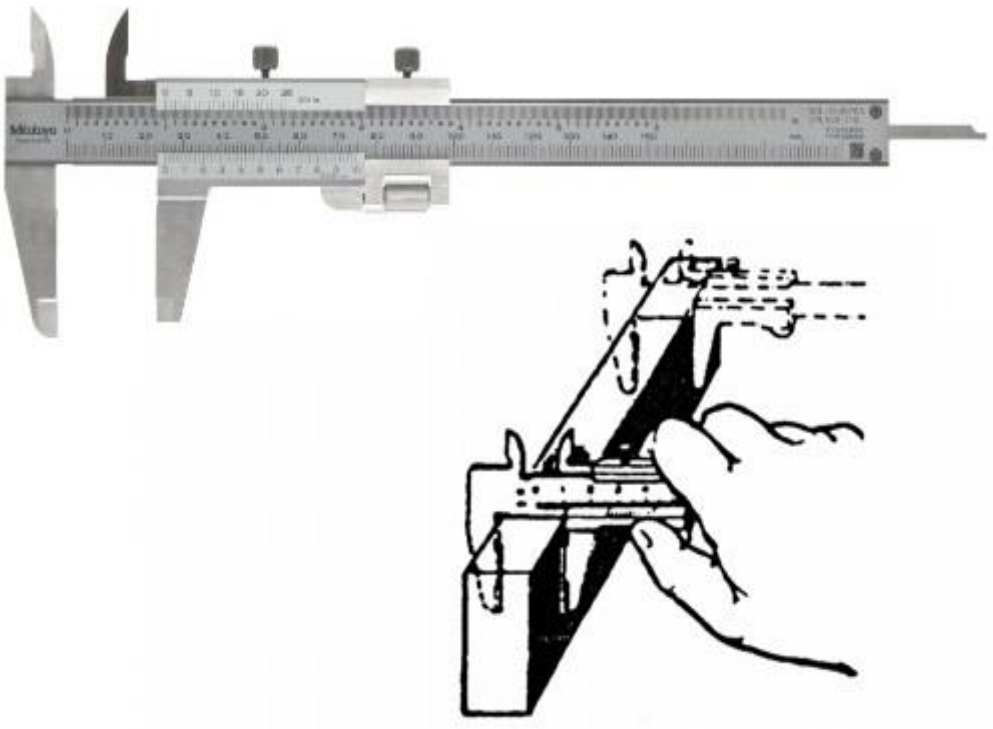


شكل رقم ٥٨: وضع الشغلة على طرف القدمة عند إجراء عملية القياس الخارجي

شكل رقم ٥٩: الاستخدام الصحيح عند إجراء عملية القياس

٢. استخدامات أخرى للقدمة ذات الورانية:

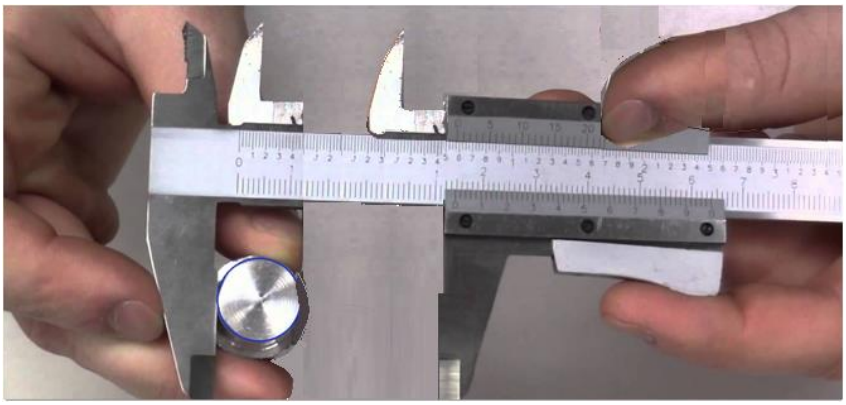
تستخدم القدمة ذات الورانية فحص التوازي للمشغولات Parallelism حيث يتم تفحص موازاة الأسطح المتقابلة بواسطة فكي القدمة ذات الورنية (الكليبر) كما في شكل رقم ٦٠.



شكل رقم ٦٠: يوضح قياس توازي الأسطح باستخدام فكر الكليبر

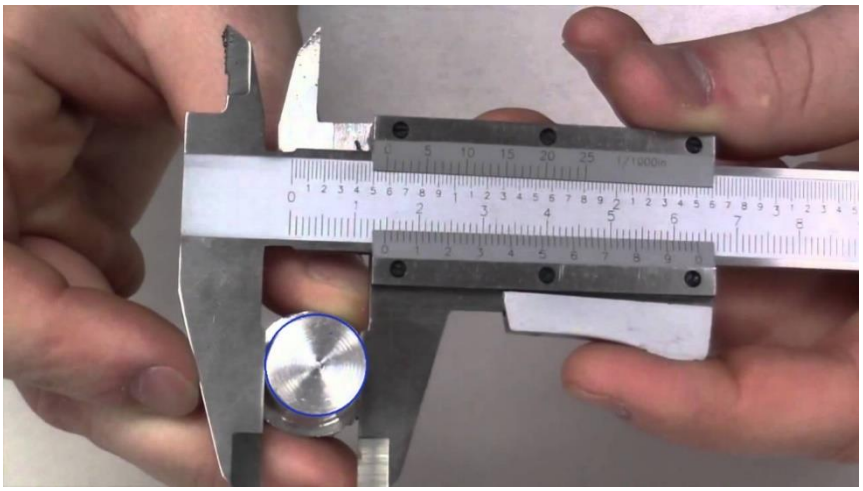
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. حدد دقة مسطرة القياس الرئيسية عن طريق تحديد أقل وحدة قياس يمكن قياسها على التدريج الرئيسي Main scale (مثلا: إذا كانت اقل قراءة على القدمة هي ١مم أذن تكون دقة القدمة هي 1 mm) سجل دقة القدمة في جدول النتائج في الخانة (١).
٣. حدد دقة الورانية بمعرفة عدد أجزاء التقسيم على الورانية (مثلا ورانية بها ١٠ جزء تكون (ن=١٠) وتكون دقتها (١/١٠) =٠,١ مم سجل دقة القدمة في جدول النتائج في الخانة (٢).
٤. اضبط فكي القياس على مقاس أكبر من بعد الشغلة المراد قياسه.
٥. ضع الجسم المراد قياس أبعاده بين فكي القدمة (يفضل أن يكون معروف أبعاده للتحقق من دقة القراءة)، ويضغط عليه ضغطا خفيفا
٦. اسند الفك الثابت للقدمة على سطح الشغلة.



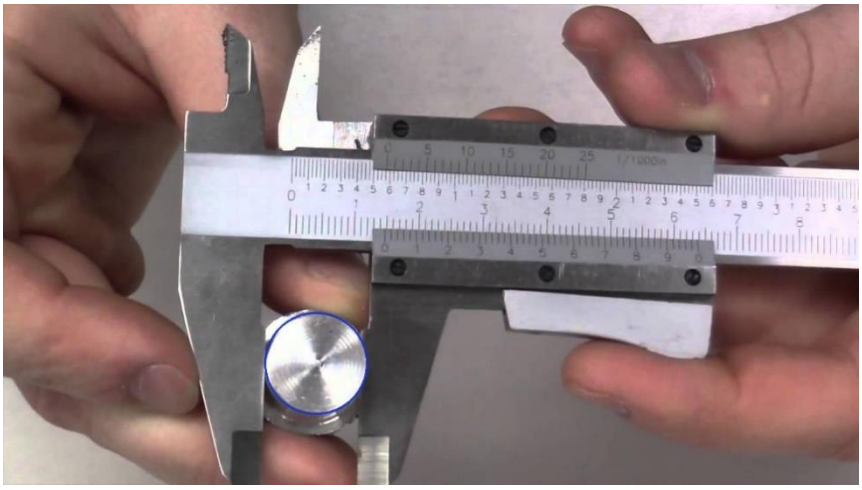
شكل رقم ٦١: إسناد الفك الثابت على سطح الشغلة

٧. حرك الفك المتحرك في اتجاه السطح الأخر للشغلة.
٨. ثبت وضع الورنية بربط المسمار في اتجاه اليمين أو تحرير زر الفرملة.

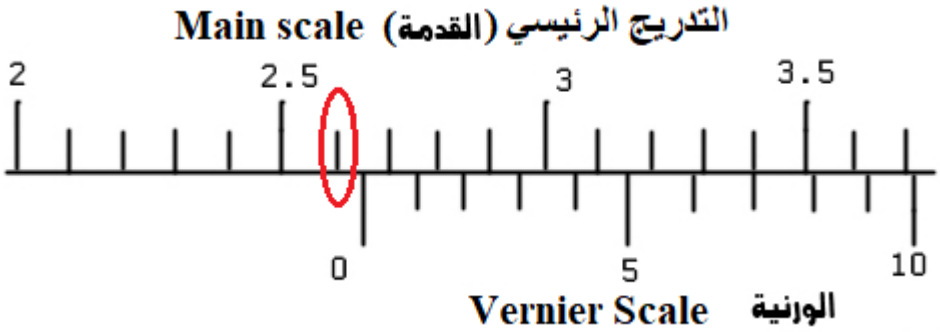


شكل رقم ٦٢: إسناد الفك الثابت على سطح الشغلة

٩. أقراء التدريج على مسطرة القياس الرئيسية Main scale (القدمة) والذي يسبق صفر الورنية Vernier مباشرة، وهو يساوي cm 2,6 في المثال المبين في شكل ... ثم سجل قيمة القراءة بالمليمترات الصحيحة في جدول النتائج في الخانة (٣).

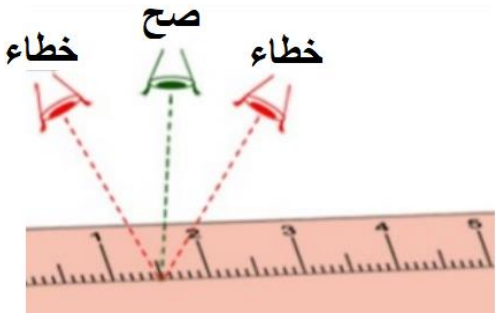


شكل رقم ٦٣



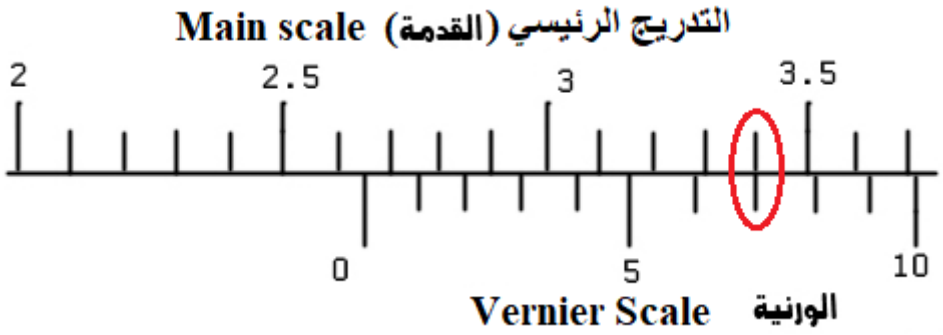
شكل رقم ٦٤: قراء الرقم (البعد) الصحيح الموجود على مسطرة القياس الرئيسية Main scale

يجب أن يكون اتجاه النظر كما هو مبين في شكل رقم ٦٥



شكل رقم ٦٥

١٠. حدد ترتيب الرقم المطابق من تدريج الورنية مع تدريج القدمة (مسطرة القياس الرئيسية Main scale) ثم سجل عدد شرط تدريج الورنية في جدول النتائج في الخانة (٤)، وهي في هذا المثال الخط السابع والذي يمثل المسافة التي تحركها صفر الورنية عن الرقم 2,6cm.



شكل رقم ٦٦: تطابق أحد الخطوط الموجودة على الورانية مع تدريج مسطرة القياس الرئيسية Main scale وهي عند الشرطة رقم ٧

١١. اضرب عدد الشرط الموجودة على الورانية في دقة الورانية (7x0.1=0.7 mm) وبالتالي تحصل على قيمة الكسر لقيمة القراءة الخاصة بالبعد المراد قياسه وتبلغ 0,7mm أي 0,07cm، ثم سجل قيمة الكسر في جدول النتائج في الخانة (٥).

١٢. اجمع القيمة المسجلة على القدمة والمسجلة في الخانة رقم (٤) مع القيمة الخاصة بالجزء العشري بواسطة الورانية والمسجلة في الخانة رقم (٥) لتحصل على البعد المطلوب قياسه بالمليميتر. في هذا المثال تكون المسافة بين صفر القدمة، وصفر الورنية، والتي تدل على الطول المطلوب قياسه هي: 2,6+0,07=2,67cm.

ملخص قراءات المثال الحالي:

دقة القدمة = ١ مم

دقة الورانية = ١/١٠ =٠,١ مم

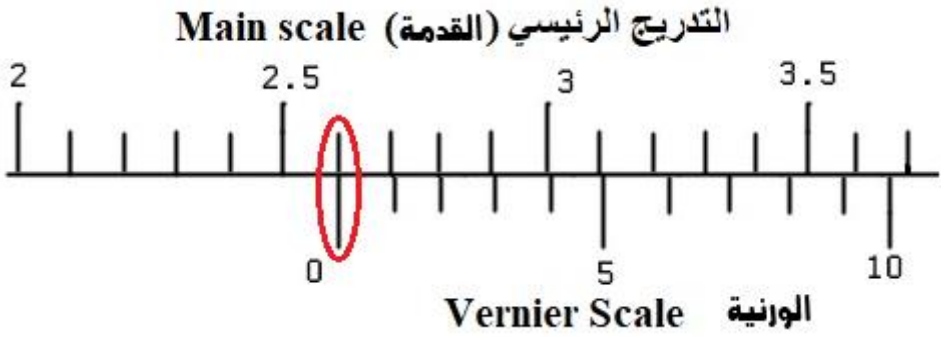
قراءة القدمة (المسطرة الرئيسية) =٢٦ مم

الرقم المطابق من تقسيم الورانية = ٧

قراءة الورانية = الرقم المطابق من تقسيم الورانية× دقة الورانية =7 × 0.1=٠,٧ مم

القراءة الكلية = قراءة القدمة +قراءة الورانية= ٢٦+٠,٧=٢٦,٧ مم

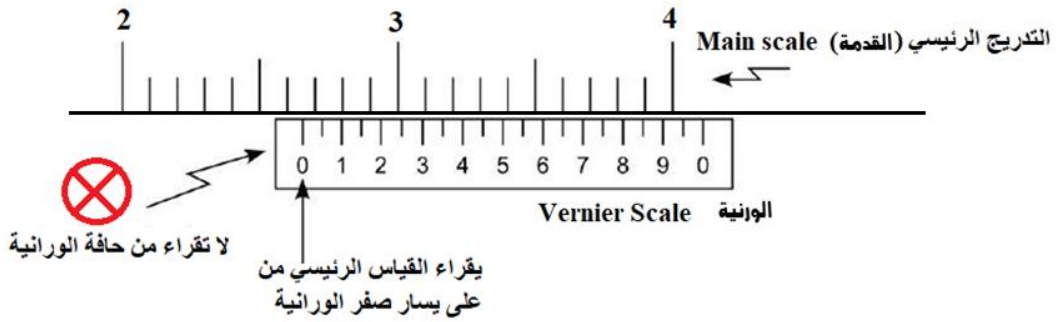
١٣. في حالة كون صفر تدريج الورنية على استقامة خط تدريج القدمة تماما فإن القراءة التي تقابل صفر تدريج الورنية على القدمة تكون مساوية للطول المطلوب قياسه كما في الشكل التالي والذي يبين قراءة ٢,٦ سم بالضبط.



شكل رقم ٦٧: تطابق صفر الورانية مع تدريج القدمة عند قيمة ٢٦ مم بالضبط

إجراءات يجب مراعاتها عند القياس بالقدمة ذات الورانية:

١. يجب القراءة دائما بداية من صفر الورانية وليس من حافة الورانية كما في شكل رقم ٦٨.



شكل رقم ٦٨: الطريقة الصحيحة لقراءة القياس على القدمة ذات الورنية

٢. يجب أن يكون النظر عمودي على خط صفر الورنية عند أخذ القراءة.

٣. يجب اختبار دقة قياس القدمة عن طريق وضع خط صفر الورنية على خط صفر المسطرة والتأكد من عدم وجود شق ضوئي بين فكي القدمة.

٤. يجب مراعاة أن يكون صفر تدريج الورنية منطبقا تماما على صفر تدريج القدمة عند انطباق الفكين على بعضهما، فإذا لم يكن كذلك فهذا يعني وجود خطأ صفري في القدمة فلو كان الخط الثاني مثلا من الورنية منطبقا تماما على أحد تدريجات القدمة فإن الخطأ الصفري هنا يساوي 0,2mm أي 0,02cm ويجب أن تؤخذ هذه القيمة بإشارتها بالاعتبار أثناء استخدام تلك القدمة في القياس.

٥. يجب تنظيف المشغولات من الرائش والأوساخ قبل إجراء عملية القياس.

٦. عند إجراء القياس الخارجي توضع الشغلة بين فكي القدمة بالقرب من ساق قدمه القياس (قضيب القياس) قدر الإمكان.

٧. يجب المحافظة على القدمة بوضعها على قاعدة غير صلبة مثل البلاستيك أو الخشب وعدم إلقائها مع العدد والأدوات.

شكل رقم ٦٩

٨. يجب تشحيم الورنية بانتظام بشحم خال من الأحماض.

تسجيل النواتج

حالة رقم	نوع القراءة المطلوبة	القيمة	الوحدة
١			
٢			
٣			
٤			
٥			
٦			
٧			

جدول رقم ١٣

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع القدمات المختلفة.			
٣	يتمكن من استخدام القدمة ذات الورانية.			
٤	يتمكن من تحديد دقة الورانية			
٥	يستطيع القياس للأبعاد الداخلية والخارجية والأعماق.			
٦	يحافظ على أدوات القياس اثناء وبعد الاستخدام.			
٧	يرجع الأجهزة الى حالتها الأصلية			
٨	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا			

جدول رقم ١٤

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

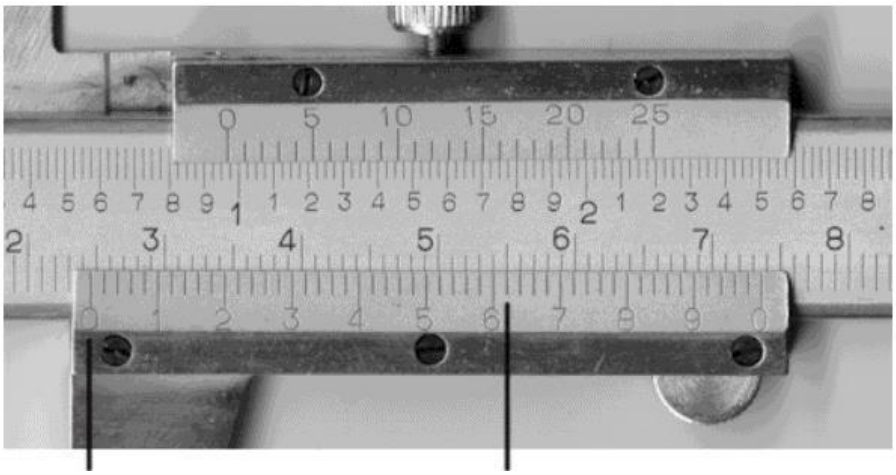
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب التالي:

- أحد أنواع القدمات المتوفرة في المعمل
- قطعة شغل

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ١٠ دقائق:

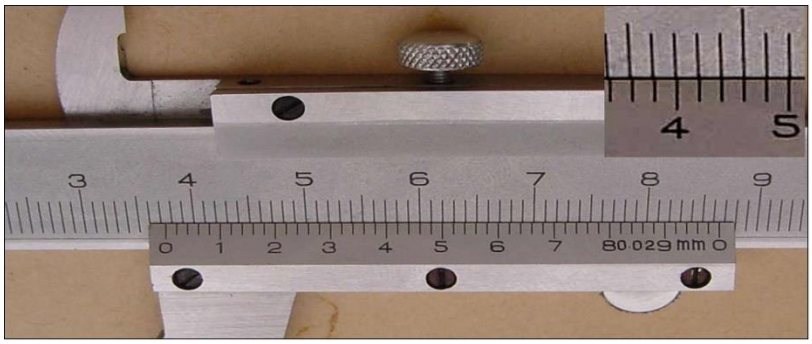
- حدد دقة جهاز القدمة ذات الورنية المبينة على الاشكال التالية ثم حدد قيمة القياس.



شكل رقم ٧٠

الدقة = ...مم

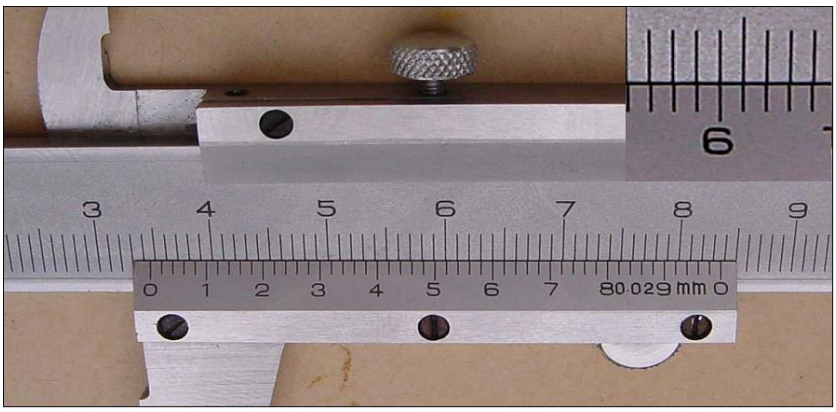
قيمة القياس: ....



شكل رقم ٧١

الدقة = ...مم

قيمة القياس: ....



شكل رقم ٧٢

الدقة = ...مم

قيمة القياس: ....

قياس الأبعاد باستخدام الميكرومتر Dimensional measurements using the micrometer			
تدريب رقم	٤	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- التعرف على شكل وأجزاء وأنواع وطرق استخدام الميكرومتر
- المقدرة على قياس الأقطار الداخلية والخارجية والارتفاعات والأعماق
- المقدرة على القياس بدقة عالية بالميكرومتر

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ميكرومتر خارجي	قطع معدن متدرجة للقياس ١٢,٥*٥٠*٥٠ مم
ميكرومتر داخلي	قضيب معدني بأقطار Φ مختلفة (٣٠, ٥٠, ٧٠ مم)
ميكرومتر أعماق	فوطة قماش قطن

جدول رقم ١٥

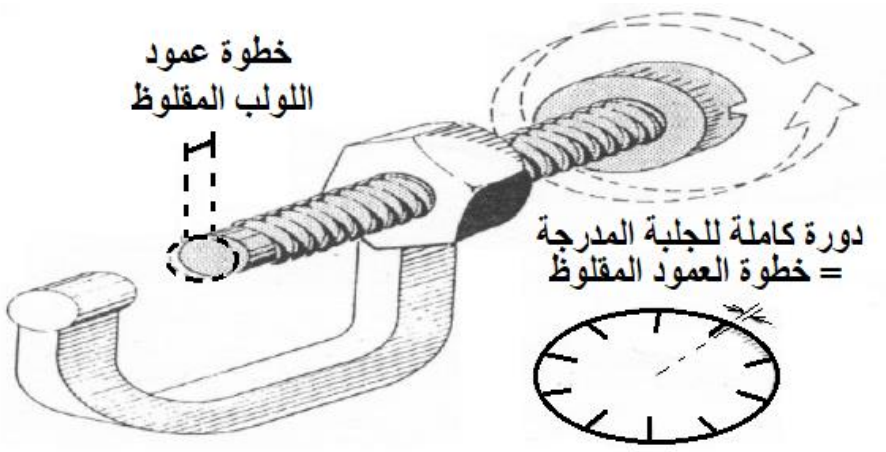
المعارف المرتبطة بالتدريب

إن الميكرومتر جهاز حساس يستعمل في القياسات الدقيقة وهو أحد أدق أجهزة قياس الأبعاد المتوفر في ورش التشغيل والمختبرات ولأغراض خاصة في المجال الصناعي، لذلك فإن على مستخدمه مراعاة بعض القواعد الأساسية التي تسمح بإجراء القياس الدقيق على الجهاز. زيادة على دقته يتميز جهاز الميكرومتر باستعمالاته المتعددة في قياس الأبعاد وسهولة استخدامه. استعمال جهاز الميكرومتر بالطريقة الصحيحة ضروري وهام لكل فني أو مهندس ميكانيكا يشرف على أعمال التشغيل والتفتيش عن جودة المشغولات المصنعة.

عادة ما تكون دقته ٠,٠١ مم وقد تصل في بعض الأجهزة قيما دون ذلك مثل ٠,٠٠١ مم.

١. **مبدأ عمل جهاز الميكرومتر:**

جهاز الميكرومتر مبني على عل نظرية تحويل الحركة الدائرية الدورانية للولب أو القلاووظ الداخلي إلى حركة مستقيمة. يتم تحديد كل دورة كاملة من دورات جلبة القياس المدرجة إلى خطوة عمود لولب القياس المقلوظ لكي يحول القياسات الصغيرة إلى قراءات كبيرة يمكن قراءتها

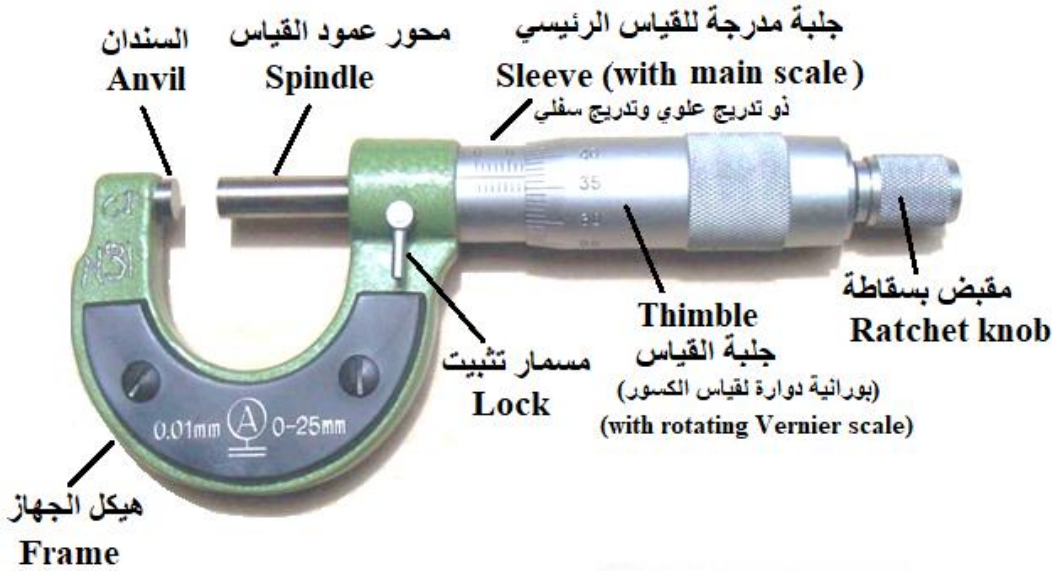


شكل رقم ٧٣: نظرية عمل الميكرومتر

مكونات جهاز الميكرومتر:

يتكون جهاز ميكرومتر القياس الخارجي من جزئيين أساسين:

- **الجزء الثابت Fixed part:** ويحتوي على إطار أو هيكل الجهاز (Frame) على شكل حرف (U) لحمل بقية مكونات الجهاز الثابتة والمتحركة منها. يسند الإطار كل من العمود الساند (Anvil) وعمود القياس (Measuring rod - Spindle) الذين يستعملان لتثبيت الشغلة المراد قياس أبعادها. كذلك يحمل إطار الجهاز التدرج الرئيسي للقياس أو أسطوانة التدرج الطولي (main scale Sleeve with).
- **الجزء المتحرك Moving parts:** الجزء الأساسي المتحرك هو جلبة القياس (Sleeve) التي إذا قمنا بتحريكها حركة دورا نية عن طريق المقبض ذو السقاطة (Ratchet Knob) فيتحرك محور عمود القياس لتثبيت الشغلة المراد قياسها.



شكل رقم ٧٤: الأجزاء المكونة لميكرومتر القياس الخارجي

عادة يكون التدرج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1 mm) من جهة ومن الأسفل مدرج ب (0.5 mm). ويكون محيط جلبة القياس مقسم إلى ٥٠ جزء وعند تدويرها دورة كاملة يتقدم محور القياس بمقدار ٠,٥ مم.

٢. حساسية الميكرومتر Micrometer sensitivity

دقة الميكرومتر هي أصغر تدريج على جلبة القياس الرئيسي، أما حساسية الميكرومتر فهي نسبة أصغر وحدة قياس على جلبة القياس الرئيسي إلى عدد التدريجات (الأجزاء) على الورانية الدوارة

= س/ن

حيث أن:

س: أصغر وحدة قياس على جلبة القياس الرئيسي

ن: عدد التدريجات (الأجزاء) على الورانية الدوارة

مثال: إذا كان اقل تدريج على جلبة القياس الرئيسي هو 0.5 مم تكون (س=0.5 مم)، وعدد التدريجات على الورانية ٥٠ جزء تكون (ن=٥٠)

حساسية الجهاز Micrometer sensitivity = ٥٠/٠,٥ = ٠,٠١ مم.

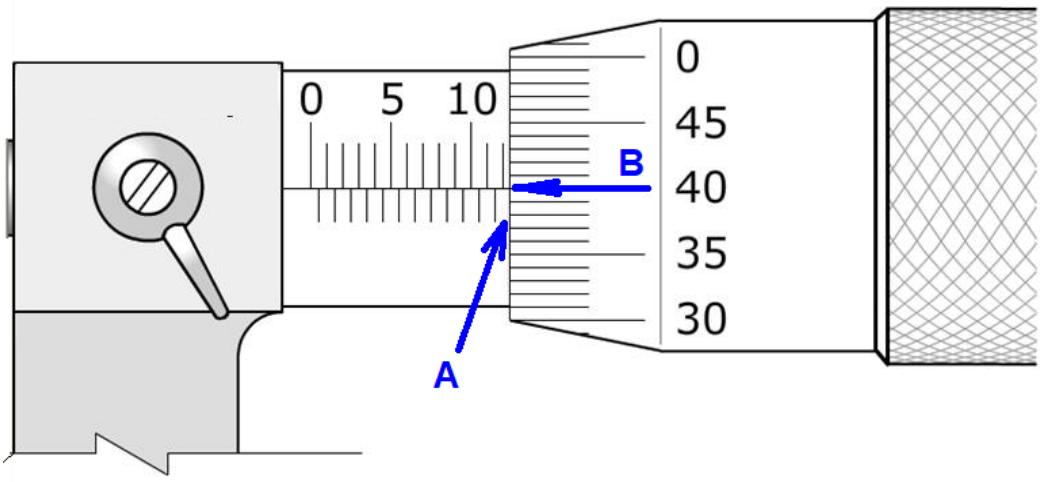
شكل رقم ٧٥: مجال قياس ميكرومتر هو ٢٥ مم ودقته هي ٠,٠١ مم

٣. طريقة قراءة الميكرومتر Micrometer reading

نتيجة القياس على الميكرومتر هي حاصل جمع (الجزء العلوي الصحيح للقياس الرئيسي + التدريج السفلي للقياس الرئيسي+ قيمة الجلبة الدوارة)

ميكروميتر دقة (٠,٠١)

هذا النوع هو الأكثر انتشارا، يوجد به تدريج على عمود القياس الرئيسي مقسم إلى وحدات ٠,٥ مم ويكون عدد التدريجات على الجلبة الدورة هو ٥٠ تقسيم كما هو مبين في شكل رقم ٧٦.



شكل رقم ٧٦: ميكرومتر مزودة بتدريج لتقسيم أجزاء الورانية

وتؤخذ القراءة كالتالي، أولا قراءة المليمترات الصحيحة ثم جزئها العشري من المقياس الرئيسي، ثم أجزاء واحد على المئات من المليمتر والتي يتم الحصول عليها من تطابق أحد خطوط الجلبة الدوارة thimble مع خط محور القياس الرئيسي.

وتقرأ القيمة أولا من على جلبة القياس الرئيسي (A = ٥,١ مم)، ويضاف عليها عدد الشرط على الجلبة الدوارة المقابلة لمحور القياس الرئيسي (B= ٠,٤٠ مم) ويحسب بقاعدة (B =٤٠ يضرب في دقة الميكرومتر ٠,٠١ لينتج ٠,٤٠).

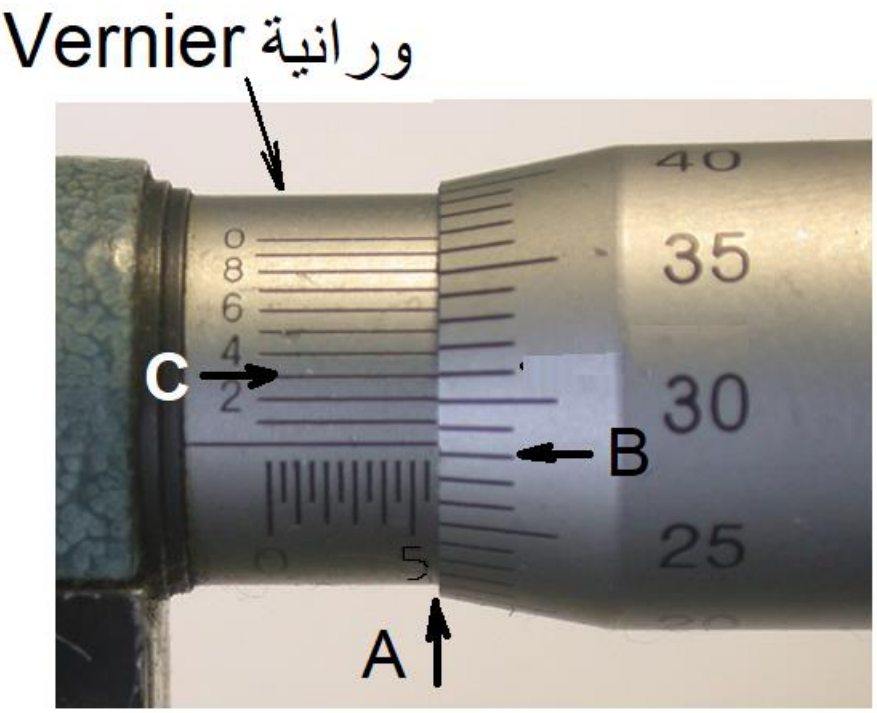
A	B	قياس الميكرومتر Reading
5.1	0.28	١٢,٤٠ مم

جدول رقم ١٦

ميكروميتر دقة (٠,٠٠١)

يزود هذا النوع من الميكرومترات بورانية مدرجة على جلبة القياس الرئيسية بالإضافة إلى التدريج العادي كما هو مبين في شكل رقم ٧٧.

وهذه القدمة تمكن من القياس بدقة ٠,٠٠١ مم أو ٠,٠٠٠١ بوصة. هذا التدريج الزائد يستخدم لتقسيم وحدة القياس الموجودة على الجلبة الدوارة. حيث يتم النظر إلى الخط المنطبق من خطوط الجلبة الدوارة على أحد تدرجات الورنية الموجودة اعلى جلبة القياس الرئيسية والتي عادة ما تقسم إلى ١٠ أجزاء وتكون الشرطة المنطبقة من خطوط الجلبة مع أحد خطوط الورنية هو القيمة الجزئية كما هو مبين في شكل رقم ٧٧.



شكل رقم ٧٧: ميكرومتر مزودة بتدريج لتقسيم أجزاء الورانية

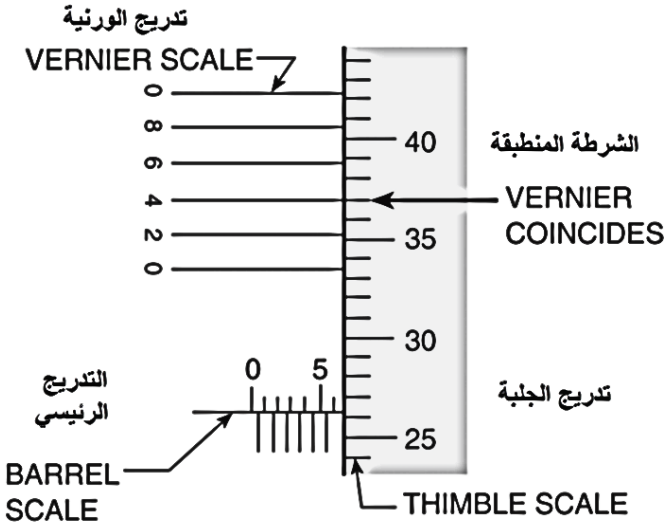
وتكون القراءة كالتالي، أولا قراءة المليمترات الصحيحة من المقياس الرئيسي، ثم أجزاء واحد على المئات من المليمتر كما هو الحال في الأنواع العادية، ثم قيمة واحد على الألاف من المليمتر والتي يتم الحصول عليها من تطابق خط الجلبة الدوارة thimble مع أحد خطوط تقسيم الورنية Vernier الموجودة على جلبة القياس وهي عشرة أجزاء في الشكل المبين.

وتقرأ القيمة أولا من على جلبة القياس الرئيسي (A = ٥,١ مم)، ويضاف عليها عدد الشرط على الجلبة الدوارة المقابلة لمحور القياس الرئيسي (B= ٠,٢٨ مم). ثم يضاف عليها قيمة الورانية بتحديد الخط المتطابق من خطوط الورنية مع خطوط الجلبة الدوارة سنجده في الشكل (C =٣ يضرب في دقة الميكرومتر ٠,٠٠١ لينتج ٠,٠٠٣).

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
5.1	0.28	3×0.001=0.003	5.383

جدول رقم ١٧

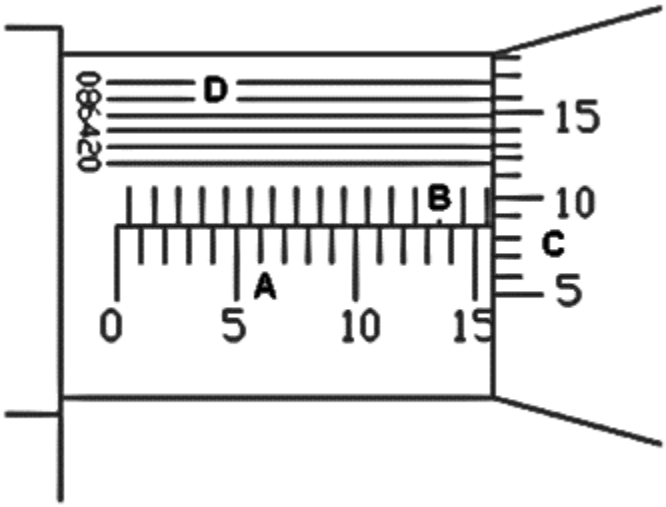
الميكرو ميترات ذات الورنية (دقة ٠,٠٠٢مم)



الميكروميترات المزودة بورنية

شكل رقم ٧٨

كيفية قراءتها



شكل رقم ٧٩

mm A = 15.00 mm B = 0.5 mm C = 8 x 0.01 = 0.08 mm D= 2 X 0.002 = 0.004

لتحديد قيمة قراءة القياس تجمع الثلاث أرقام الأتية:

- عدد المليمترات الكاملة الظاهرة عند حد الجلبة.A
- عدد أنصاف المليمترات الظاهرةB
- رقم الخط المطابق من التدريج المئوي لخط الأساس مضروبا في (٠,٠١ مم) C.
- رقم الخط المطابق من التدريج الألفي لخط الأساس مضروبا في (٠,٠٠٢ مم) D.

القراءة تساوى: A + B + C + D = 15.00 + O.50 + 0.08 + 0.004 = 15.584 mm

٤. أنواع الميكرومتر:

يوجد ثلاثة أنواع قياسية من الميكرومتر هي كما يلي:

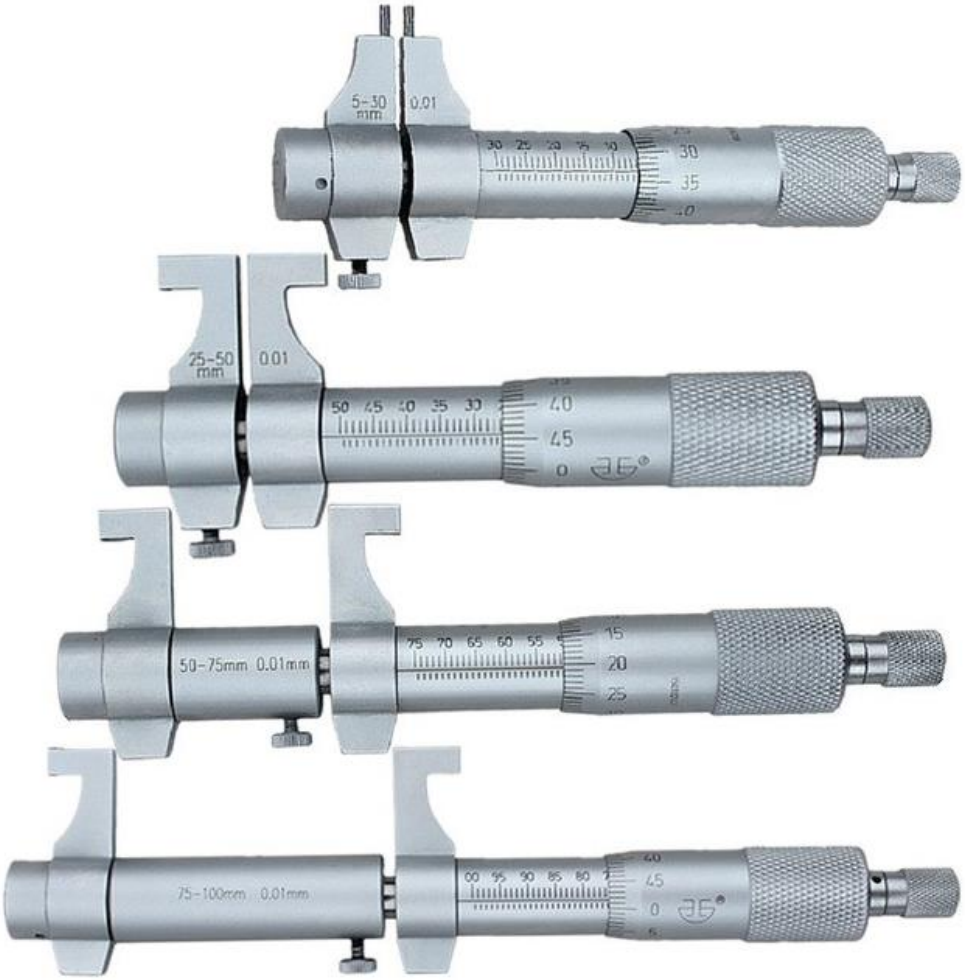
- الميكرومتر الخارجي Outside Micrometer: يوجد عدة أنواع لميكرومتر القياس الخارجي وبأشكال مختلفة مصممة لقياسات خاصة. وهي متوفرة بأحجام مختلفة حسب نطاق القياس المتوفر. المقاسات المتوفرة عادة هي: ٠ - ٢٥ مم، ٢٥ - ٥٠ مم، ٥٠ - ٧٥ مم، ٧٥ -١٠٠ مم حتى يصل المقاس إلى ١٠٠٠ مم. تستعمل هذه الأجهزة لقياس الأبعاد الخارجية للقطع المشغولة مثل الأقطار الخارجية والسطوح.

شكل رقم ٨٠: ميكرومتر خارجي

- ميكرومتر القياس الداخليinside micrometer: يستعمل هذا النوع من الميكرومترات لقياس الأقطار الداخلية، الثقوب والتجاويف للمشغولات، وهو مزود بأعمدة تطويل يمكن استخدامها لزيادة مجال القياس. تتم قراءة القياس على الميكرومتر الداخلي بنفس الطريقة المستخدمة للميكرومتر الخارجي ويضاف إلى النتيجة قيمة الطول الصفري للميكرومتر (الطول العمود المضاف).

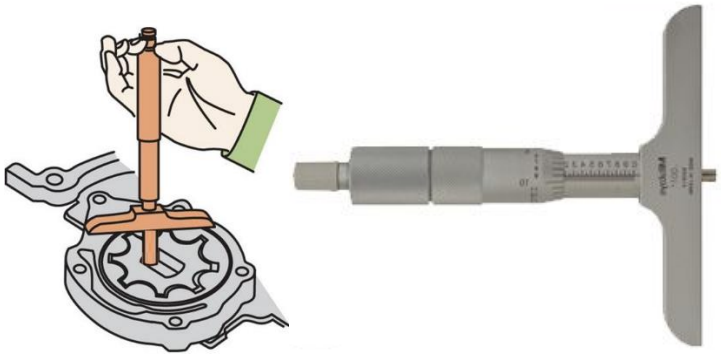
شكل رقم ٨١: ميكرومترات داخلية بمقاسات مختلفة

شكل رقم ٨٢: ميكرومتر داخلي بفكين



شكل رقم ٨٣: ميكرومترات داخلية بمقاسات مختلفة

- ميكرومتر قياس الأعماق Micrometer Depth: يتكون هذا النوع من جزء ثابت وجزء متحرك كما في الميكرومتر الخارجي باستثناء أن له قاعدة تستعمل لارتكاز الجهاز على الشغلة المراد قياسها ويستعمل لقياس أعماق الثقوب والمجاري.



شكل رقم ٨٤: ميكرومتر قياس الأعماق يستخدم لقياس ارتفاع سطح الترس عن سطح المضخة

٥. طرق القراءة من الميكرومتر

النوع المنتشر من الميكرومترات هو الأنواع التي يقوم فه الفني بقراءة القيم بالنظر إلى وضع جلبة القياس وحساب البعد النهائي ومتاح أيضا أنواع الكترونية لإظهار قيمة القراءة على شاشة أو قد تكون ذات ساعة قياس.

شكل رقم ٨٥: ميكرومتر عادي

- **ميكرومتر عادي (قراءة بالحسابات):** في هذا النوع يتم حساب عدد التدريجيات الصحيحة على المقياس الرئيسي ونسب التقسيم من جلبة أسطوانة الورانية كما هو مبين في الأشكال السابقة ببند أنواع الميكرومتر والتي سيتم التدريب عليها بالتفصيل في هذا التدريب.
- **ميكرومتر الكتروني رقمي Digital micrometer**: تستعمل الميكرومترات الإلكترونية الرقمية بنفس قواعد وشروط استخدام الميكرومترات التقليدية ولكنها تسهل الحصول على القراء مباشرة من خلال الشاشة الإلكترونية كما هو مبين في شكل .... هذا النوع قد يتأثر هذا النوع بالماء والرطوبة والحرارة والمواد الكيمائية.

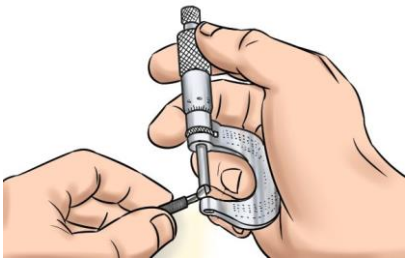
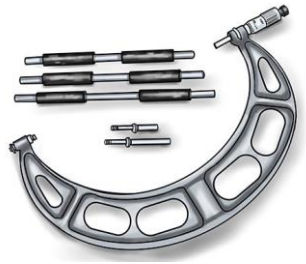
شكل رقم ٨٦: ميكرو مترات الكترونية رقمية Digital micrometer

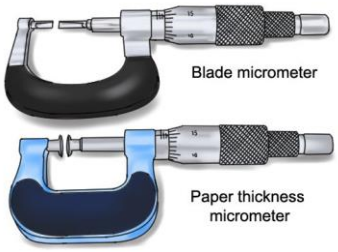
- **ميكرومتر بساعة Dial micrometer**: يعمل بنفس فكرة الميكرومترات التقليدية ويتم قراءة القيمة الصحيحة بالعين والحصول على قيمة الكسر العشري من خلال قراء مؤشر الساعة.

شكل رقم ٨٧: ميكرومتر مزود بساعة Dial

٦. مزايا وعيوب الميكرومتر

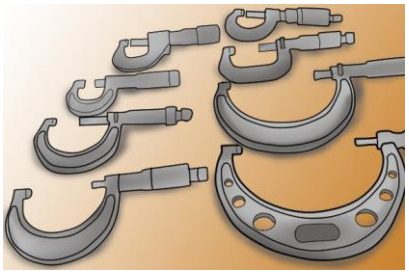
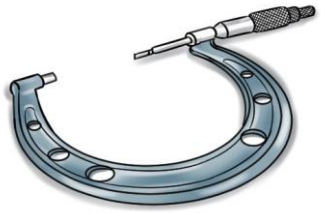
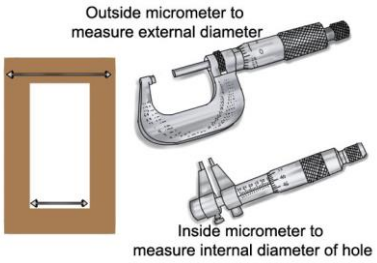
أولا: المزايا Advantages

يعطي قراءات دقيقة جدا، فهو يعد من دق أجهزة القياس. يمكن الحصول من معظم الميكرومترات على دقه تصل إلى ٠,٠٠١ مم أو ٠,٠٠٠١ بوصة	
توفر آلية (عجلة التفويت أو مسرع الشقاطة mechanism Rachet speeder المركب بالميكرومتر ضغط منتظم على جلبة القياس مما يضمن الوثوقية reliable في النتائج.	
تكلفة فعالة عند استخدام الميكرومتر ذو السندان Anvil micrometers للمستخدمين الذين يريدون مدى كبير من القياسات. حيث يتوفر ازرع anvils تبادلية بأطوال مختلفة تمكن من قياس ابعاد مختلفة بإطار واحد single frame للميكرومتر.	

الميكرومترات متاحه بأنواع خاصة لقياس مشغولات مخصصة مثل المجاري والتجويفات الدقيقة او حتى لقياس سمك الورق.	

جدول رقم ١٨

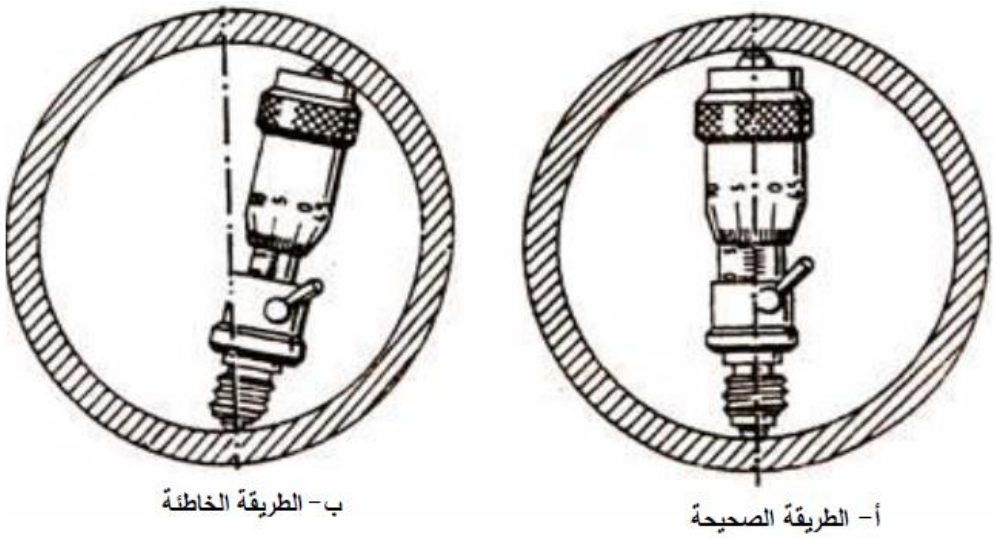
ثانيا: العيوب Disadvantages

محدود المدى لان معظم الميكرومترات متوفرة لقياس مسافة ٢٥ مم فقط أو ١ بوصة	
ارتفاع سعر الميكرومترات الكبيرة بالمقارنة بطرق القياس الأخرى مثل القدمة.	
على عكس القدمة ذات الورانية التي يمكن استخدامها للقياس الخارجي والداخلي والأعماق، أما الميكرومتر الواحد يستخدم لوظيفة واحدة فقط حسب نوعه أما قياس داخلي أو خارجي	

جدول رقم ١٩

٧. احتمالات الأخطاء عند استعمال ميكرومتر القياس الداخلي

كما هو موضح في شكل رقم ٨٨، يراعى أن يكون وضع الميكرومتر الداخلي في وضع قطري غير مائل على محور التماثل عند إجراء عملية القياس

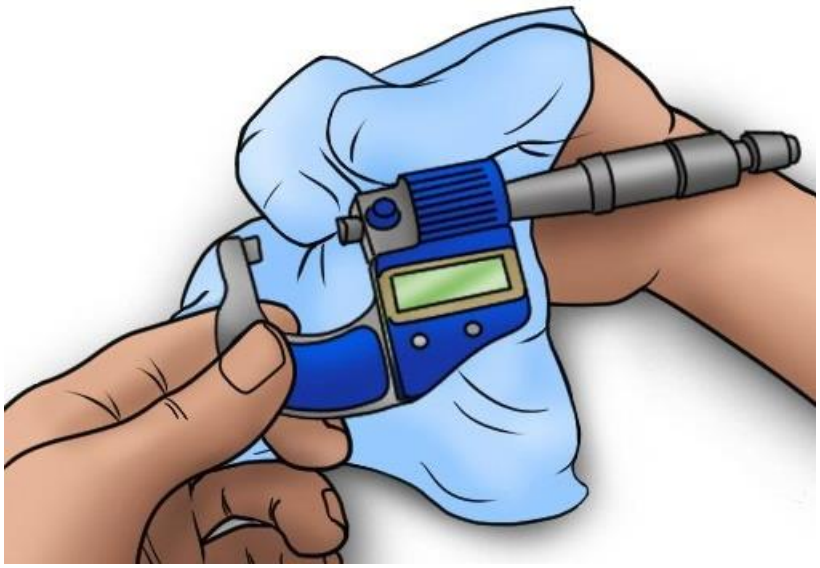


شكل رقم ٨٨: الطريقة الصحيحة لاستعمال للميكرومتر الداخلي في القياس

٨. العناية وصيانة الميكرومتر:

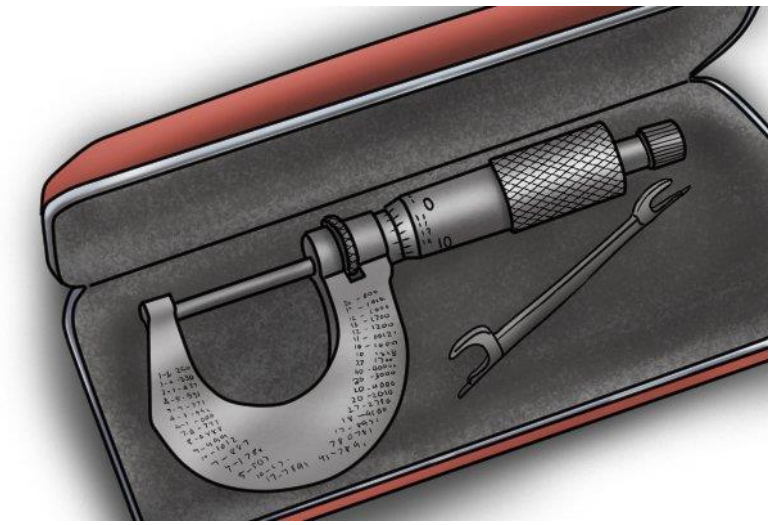
يعتبر جهاز الميكرومتر من أدوات القياس ذات الحساسية العالية جدا حيث تصل حساسية الجهاز إلى ٠,٠١ مم وفي بعض الأحيان إلى ٠,٠٠١ مم. لذا وحتى نحافظ على هذه الدقة الجيدة فيجب علينا أن نتعامل مع الجهاز بعناية كبيرة وحرص عال وإلا فسوف يتلف وتنقص دقته. لهذا فينصح مستعمل الميكرومتر بمراعاة ما يلي:

- يجب عدم تعرض الميكرومتر للسقوط أبدا،
- يجب تنظيف الميكرومتر بانتظام قبل الاستعمال



شكل رقم ٨٩

- عدم ترك الجهاز وسط عدد التشغيل أو مواد أخرى بل يجب وضعة في علبته أو في مكان آمن ونظيف بعد الاستعمال.



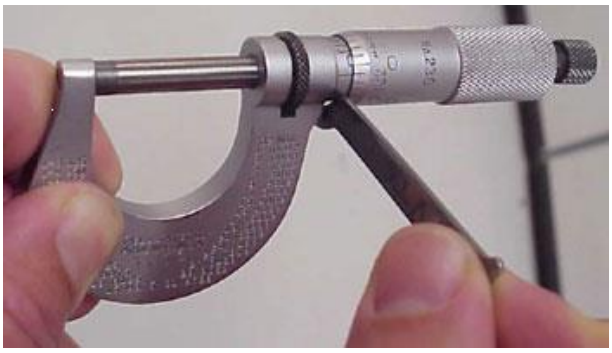
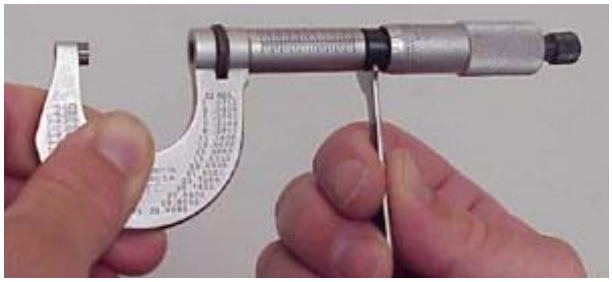
شكل رقم ٩٠

- عند القياس يجب استعمال عجلة التفويت والمسمار الجاس وهذا حتى نتجنب الضغط المبالغ فيه لعمود القياس مما قد يؤثر سلبا على القلاووظ الداخلي للجهاز وبالتالي على دقة الجهاز.
- عدم الضغط على الميكرومتر بقوة أو استعماله بعنف، بل يجب استعماله بعناية
- عدم وضع الميكرومتر على الرائش الناتج عن عمليات تشغيل المواد أو غبار التجليخ.
- عدم تعرضه للزيوت وزيوت وسوائل التبريد.
- عدم استخدامه لأجسام ساخنة، حتى تصل درجة حرارة الجسم المطلوب قياسه إلى درجة حرارة الغرفة.
- عدم فك الميكرومتر إلا عند الضرورة في حالة وجود خطاء صفري أو لتنظيف اللولب من الأتربة والغبار.
- عدم تخزين الميكرومتر وفكي القياس متلاصقين حتى لا يتأكل سطي القياس من الرطوبة.
- عدم تنظيف الميكرومتر بأوراق الصنفرة، بل ينظف بقطعة من القماش القطن.

إذا تمت مراعاة هذه التعليمات وأجريت القراءة بالطريقة الصحيحة، فإن القياس باستعمال الميكرومتر سيكون دقيقا جدا.

ضبط ومعايرة الميكرومتر:

١. نظف فكي الماكروميتر بوضع قطعه من الورق المقوى بين فكي الميكروميتر وضم الفكين عليها برفق ثم سحب الورقة إلى الخارج.	

٢. ضم الفكين على بعضهما مستخدما الجزء الخشن من جلبة القياس أو المسمار الخلفي.	
٣. اختبر نقطة الصفر هل هي بمحاذاة خط التقسيم أم لا. لو كان الصفر غير محاذى لخط التقسيم فهذا يعنى أن الميكروميتر في حاجه إلى ضبط.	
٤. أستخدم المفتاح الملحق بالماكروميتر والموضح بالرسم للف أسطوانة التدريج الطولي إلى أن يتطابق خط التقسيم الموجود الأسطوانة مع نقطة الصفر الموجودة على جلبة القياس.	
٥. في حالة وجود أي حركه (لعب أو بوش) في قلاووظ العمود الرئيسي نتيجة للتأكل من كثرة الاستخدام، أضبط صامولة العمود وذلك بلف جلبة القياس إلى الخلف حتى تصبح صامولة ضبط العامود ظاهر أمامك.	
٦. أدخل المفتاح في شق صامولة الضبط وأربطها بالقدر الكافي لأخذ اللعب.	

جدول رقم ٢٠

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.

أولا: ميكرومتر القياس الخارجي

٢. حدد دقة جلبة القياس الرئيسية عن طريق تحديد أقل وحدة قياس يمكن قياسها على التدريج الرئيسي Main scale (مثلا: إذا كانت اقل قراءة على التدريج الرئيسي (التدريج الموجود تحت الخط) هي ٠,٥ مم أذن تكون دقة القدمة هي س= ٠,٥ مم) سجل دقة جلبة القياس الرئيسي في جدول النتائج في الخانة (١).

٣. حدد دقة الورانية الدوارة Rotating Vernier بمعرفة عدد أجزاء التقسيم على الورانية (مثلا ورانية بها 50 جزء تكون (ن=50) سجل القيمة في جدول النتائج في الخانة (٢).

٤. احسب حساسية الميكرومتر بالمعادلة = س/ن، إذا افتراضنا القيم السابقة تكون دقته الميكرومتر = ٠,٥/٥٠ =١/١٠٠= ٠,٠١ مم، قم بتسجيلها في جدول النتائج بالخانة رقم (٣)

٥. امسك الميكرومتر باليد اليمنى حيث يكون الإطار Frame في راحة اليد والخنصر داخل الإطار كما هو مبين في شكل رقم ٩١.

شكل رقم ٩١: الطريقة الصحيحة لاستعمال ميكرومتر القياس الخارجي والقراءة المبينة قيمتها ٠,٥٥٠٥ بوصة ودقة الجهاز هي ٠,٠٠١ بوصة.

٦. استخدم الإبهام والسبابة لتدوير الجلبة بقصد تحديد مقاس الشغلة.

٧. اضبط فكي القياس على مقاس أكبر بقليل من بعد الشغلة المراد قياسه.

٨. امسك الشغلة باليد اليسرى

٩. ضع الشغلة أو الجسم المراد قياس أبعاده بين فكي الميكرومتر، ويضغط عليه ضغطا خفيفا (يفضل أثناء التدريب أن يكون معروف أبعاد الشغلة حتى يتم التحقق من دقة القراءة للطلاب)

١٠. اسند سطح الشغلة على السندان الثابت للميكرومتر.

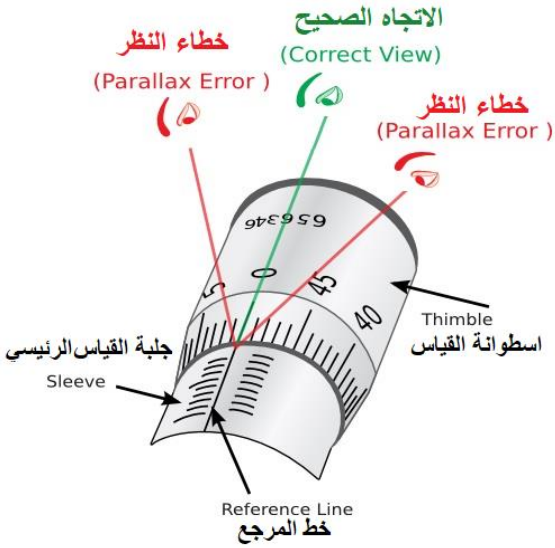
١١. حرك الفك المتحرك في اتجاه السطح الأخر للشغلة باستخدام الإبهام والسبابة لتدوير الجلبة جهة عقارب الساعة.

شكل رقم ٩٢: تحريك المقبض بالابهام والسبابة مع مسك الشغلة باليد اليسرى

١٢. ثبت وضع الميكرومتر بربط مسمار الثبيت وتدويره جهة اليمين.

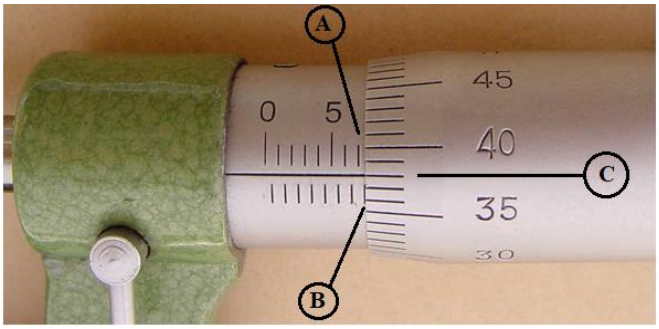
١٣. انظر إلى حافة جلبة القياس الدوارة وأقراء القياس الرئيسي العلوي من التدريج الطولي الموجود على جلبة القياس الرئيسية Main scale (القدمة) والذي يسبق الجلبة الدوارة Vernier مباشرة، ثم سجل قيمة القراءة بالمليمترات الصحيحة في جدول النتائج في الخانة (٤) وارمز اليه بالرمز A. مثلا (A=7 mm) في المثال الاسترشاد الأول والثاني المبين في شكل رقم ٩٤.

يجب النظر في اتجاه عمودي على التدريج



شكل رقم ٩٣: الوضع لصحيح لقراء التدريج

١٤. حدد وجود أو عدم وجود أي تدريج لقيمة الشرطة السفلية (التي قيمتها ٠,٥ مم) على أسطوانة التدرج الطولي بعد قيمة A، في حالة عدم وجود التدرج نأخذ قيمة B = 0 mm في شكل رقم ٩٤ أما في حالة وجود هذا التدرج أضف قيمة B = ٠,٥ mm إلى القياس (كما في شكل رقم ٩٥)، ثم سجل قيمة القراءة في جدول النتائج في الخانة (٥).



A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
7.00 mm	0.0 mm	0.38 mm=38 x 0.01	A + B + C = 7.0 + 0 + 0.38 = 7.38 mm

شكل رقم ٩٤: شكل (١٤-أ)

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
7.00 mm	0.5 mm	0.22 =22 x 0.01 mm	A + B + C = 7.00 + O.50 + 0.22 = 7.72 mm

شكل رقم ٩٥: شكل (١٤-ب)

قراء الرقم (البعد) الصحيح الموجود على جلبة القياس الرئيسية Main scale

١٥. قم بقراءة القياس على الجلبة الدوارة، بتحديد التطابق بين أحد شرط التدريج الموجودة على جلبة القياس الدوارة مع الخط الرئيسي على أسطوانة التدرج الطولي (مسطرة القياس الرئيسية Main scale)، ثم سجل عدد شرط تدريج الورنية في جدول النتائج في الخانة (٦)، وهي في هذا المثال عدد الشرط يساوي 38 للشكل (أ) و22 للشكل (ب)

في حالة كون صفر تدريج الورنية الدوارة على استقامة خط المرجع الطولي المرسوم على عمود القياس الرئيسي فإن القراءة التي تقابل صفر تدريج الورنية على المقياس الرئيسي تكون هي الطول المقاس مباشرة.

١٦. اضرب قيمة التدرج المسجل على الجلبة بدقة (حساسية) الجهاز وتكون النتيجة هي قيمة القراءة على جلبة القياس ونرمز لها ب C، والذي يمثل المسافة التي تحركها صفر الورنية عن الرقم (A)، وهي في هذا المثال (0.01 x 38 =c =0.38 mm) للشكل (أ) و (0.01 x 22 = c = 0.22 mm) للشكل (ب)، سجل قيمة (C) في جدول النتائج في الخانة (٧)

١٧. اجمع القيمة المسجلة على قدمه القياس الرئيسة (القيمة A) والمسجلة في الخانة رقم (٤) مع القيمة الخاصة بالجزء العشري بواسطة الورانية الدوارة (القيمة B) والمسجلة في الخانة رقم (٥) مع (القيمة C) لتحصل على البعد المطلوب قياسه بالمليمتر.

نتيجة القياس على الميكرومتر: هي حاصل جمع هي حاصل جمع (الجزء العلوي الصحيح للقياس الرئيسي + التدريج السفلي للقياس الرئيسي+ قيمة الورانية الدوارة) بمعنى (A + B + C)

Sleeve (A) + thimble (B) + Vernier (C) = measured value

ملخص قراءات المثال الحالي:

دقة جلبة القياس الطولي (القدمة) =0.5 مم

دقة الورانية = ١/50=٠,١ مم

حساسية الميكرومتر = ٥٠/٠,٥ = ٠,٠١ مم

القيمة (A) قراءة القدمة (المسطرة الرئيسية) =7 مم

القيمة (B) (الحالة أ)= صفر، (الحالة ب) =0.5 مم

الرقم المطابق من تقسيم الورانية (الحالة أ) = ٣٨

القيمة (C) للحالة أ= الرقم المطابق من تقسيم الورانية×حساسية الميكرومتر =0.38 mm

الرقم المطابق من تقسيم الورانية (الحالة ب) = ٢٢

القيمة (C) للحالة أ= الرقم المطابق من تقسيم الورانية× حساسية الميكرومتر =0.22 mm

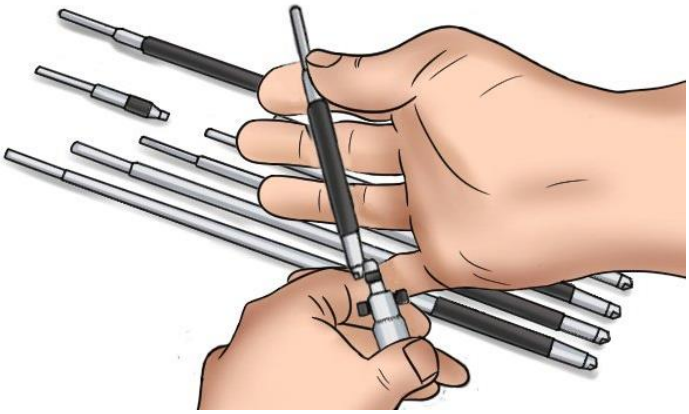
قراءة الميكرومتر للحالة (أ) = 7.38 mm

قراءة الميكرومتر للحالة (ب) = 7.72 mm

إن طريقة القراءة المستخدمة الميكرومتر الخارجي هي نفسها المستخدمة في الميكرومتر الداخلي وميكرومتر الأعماق

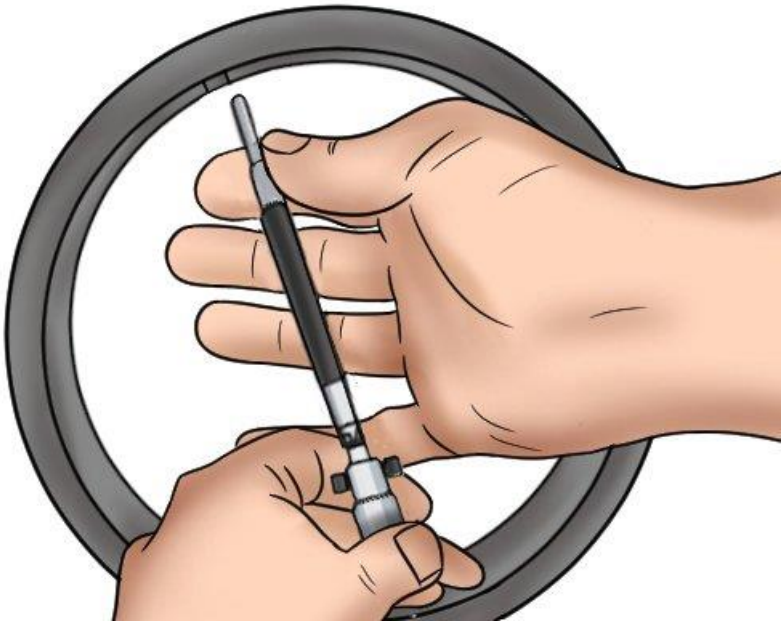
ثانيا: ميكرومتر القياس الداخلي

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. تنفذ نفس الخطوات ١ إلى ٥
٣. اختر الوصلة المناسبة extension rod ليتم تركيبها مع جسم الميكرومتر الداخلي لتناسب القطر المطلوب قياسه تقريبا.



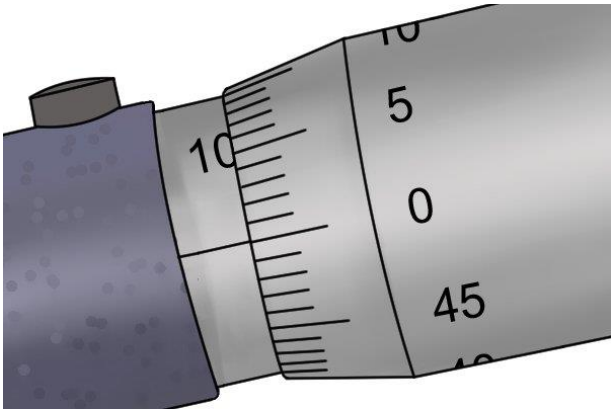
شكل رقم ٩٦: اختيار عمود الاستطالة (الوصلة) المناسبة للبعد المطلوب قياسه

٤. امسك الميكرومتر وضعه داخل الجسم المراد قياسه كما هو مبين في شكل رقم ٩٧.



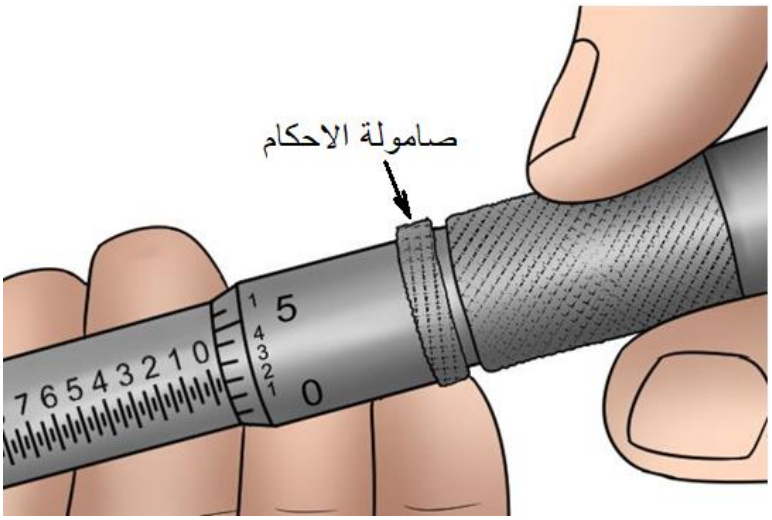
شكل رقم ٩٧: وضع الميكرومتر داخل الجسم المراد قياسه

٥. لف الجلبة حتى يكون صفر الورنية منطبق على خط المرجع الطولي الموجود على عمود القياس الرئيسي كما هو مبين في شكل رقم ٩٨.



شكل رقم ٩٨: وضع تدريج الورنية على الصفر Zero micrometer

٦. استخدم الإبهام والسبابة لتدوير الجلبة بقصد تحديد مقاس الشغلة حتى يصل عمود القياس spindle إلى الجسم المراد قياسه ويثبت بداخلة ولا نستطيع تدوير الجلبة أكثر من ذلك



شكل رقم ٩٩: لف الجلبة حتى يصل عمود القياس للجسم الداخلي ويلامسه بأحكام به

٧. اربط الصامولة الزنق (صامولة الأحكام) حتى يمكنك إخراج الميكرومتر وقياس القطر الداخلي بنفس طريقة قياس ميكرومتر القياس لخارجي

٨. أقراء القياس الرئيسي العلوي ثم التدريج السفلي من التدريج الطولي الموجود على جلبة القياس الرئيسية Main scale (القدمة) والذي يسبق الجلبة الدوارة Vernier مباشرة، ثم سجل قيمة القراءة.

تسجيل النواتج

حالة رقم	نوع القراءة المطلوبة	القيمة	الوحدة
١			
٢			
٣			
٤			
٥			
٦			

جدول رقم ٢١

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع القدمات المختلفة.			
٣	يتمكن من استخدام القدمة ذات الورانية.			
٤	يتمكن من تحديد دقة الورانية			
٥	يستطيع القياس للأبعاد الداخلية والخارجية والأعماق.			
٦	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام.			
٧	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			
٨	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا			

جدول رقم ٢٢

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

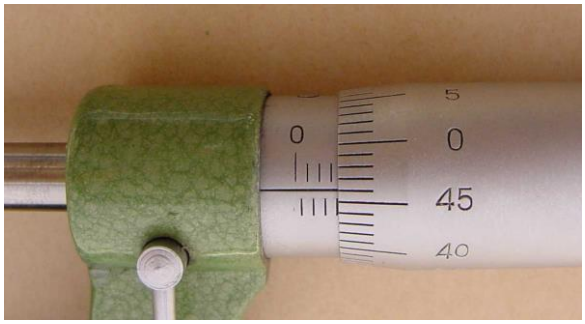
في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب بالتالي:

أحد أنواع الميكروميتر

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ١٠ دقائق:

الحصول على قراءات الميكروميتر التالية.

تمرين ١

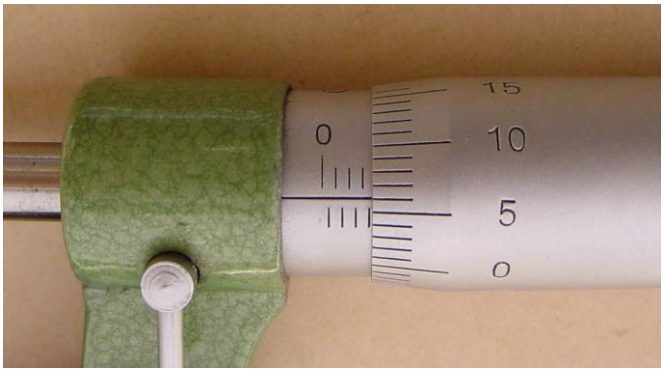


شكل رقم ١٠٠

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
.....mm	.....mm	mm=.....x.....	A + B + C = ...+ ..... + ... = ... mm

جدول رقم ٢٣

تمرين ٢



شكل رقم ١٠١

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
.....mm	.....mm	mm=.....x.....	A + B + C = ...+ ..... + ... = ... mm

جدول رقم ٢٤

تمرين ٣

شكل رقم ١٠٢

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
.....mm	.....mm	mm=.....x.....	A + B + C = ...+ ..... + ... = ... mm

جدول رقم ٢٥

قياس الزوايا Angular Measurements			
تدريب رقم	٥	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- يتعرف على الطرق المختلفة لقياس الزوايا.
- التعرف على أنواع القياس بالزوايا (أنواع المناقل).
- تحديد قراءة الزوايا.

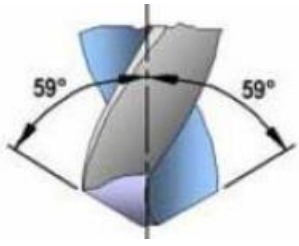
متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ارتداء افرول العمل	عينات بزوايا مختلفة
منقلة قياس عادية	
منقلة محورية عامة	فوطة قماش قطن
منقلة شاملة	

جدول رقم ٢٦

المعارف المرتبطة بالتدريب

يعتبر قياس الزوايا من القياسات الأساسية في مجالات التشغيل نظرا لانتشار الأسطح المائلة والجوانب المشطوفه (أي غير المتعامدة) (فعلى سبيل المثال، قياس زوايا القطع الموجودة بعدد القطع كأقلام الخراطة وبنط الثقب الموضحة في شكل ١-٤ والمشغولات ذات الأسطح المخروطية وغير ذلك من التطبيقات. ولهذا تعتبر الزوايا تعتبر من المواصفات المهمة في القطع الميكانيكية وفي المشغولات. لذلك يتوجب على الفني الإلمام بطرق قياس الزوايا الموجودة في المشغولات وفحصها.

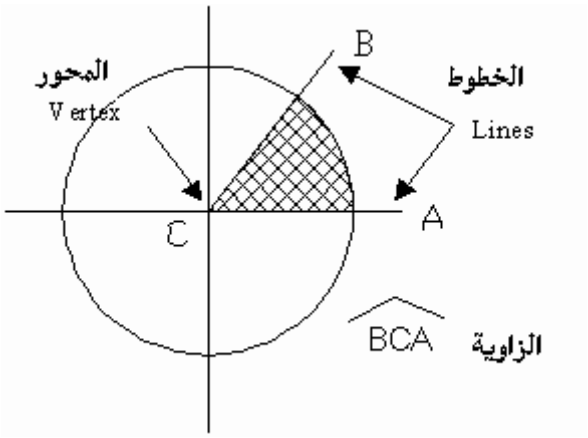


شكل رقم ١٠٣: زاوية القطع في طرف المثقاب (البنطة)

من خلال هذا التدريب سنتطرق إلى مفاهيم أساسية عن الزوايا ومعرفة أهم الطرق التقنية المستعملة لقياس الزوايا في الورش وفي المصانع.

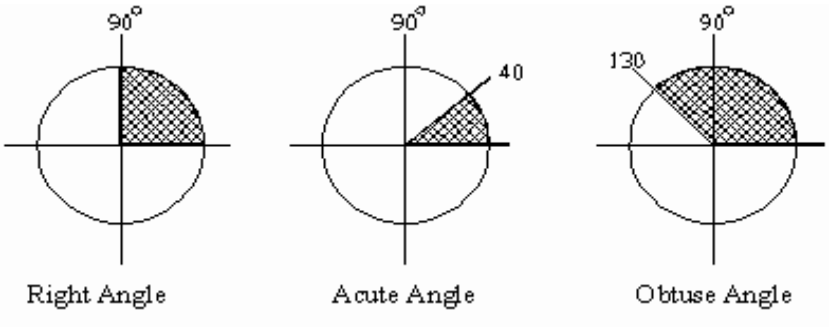
١. تعريف الزاوية

تعرف الزاوية بأنها التقاطع بين خطين AC - BC عند محور معين Vertex C كما هو مبين في شكل رقم ١٠٤.



شكل رقم ١٠٤: تحديد وضع الزاوية

وتعتبر الزاوية حادة Acute angle إذا كانت اقل من ٩٠ ° درجة وتعتبر زاوية منفرجه obtuse angle وإذا كانت تساوي ٩٠ تسمى زاوية قائمة وإذا كانت أكبر من ٩٠ درجة كما هو مبين في شكل رقم ١٠٥.



أ الزاوية القائمة ب - الزاوية الحادة ج - الزاوية المنفرجة

شكل رقم ١٠٥: أنواع الزوايا

٢. الوحدة المستعملة في قياس الزاوية

أ- النظام الإنجليزي: وحدة قياس الزاوية في النظام الإنجليزي هي الدرجة Degree ( ) وأجزائها هي:

- **الدقيقة Minute (`)** بحيث أن الدرجة تساوي ٦٠ دقيقة: ١ = ٦٠ `
- **الثانية Second (``)** بحيث أن الدقيقة تساوي ٦٠ ثانية: ١ ` = ٦٠ ``

ومنه يمكن الحصول على العلاقة: ١ = ٦٠ = ٣٦٠٠

ويسمى هذا النظام بالنظام الستيني

تناظر الدورة الكاملة على محيط الدائرة زاوية مقدارها ٣٦٠°، أي أن الدائرة تقسم إلى ٣٦٠°، وتعرف الدائرة المغلقة بالزاوية الكاملة (= ٣٦٠°)، كما تعرف الزاوية ١٨٠° بالزاوية المستقيمة

ب- النظام المتري (النظام الدولي للقياسات): تقاس الزاوية في النظام المتري بما يسمى (الرادين Radian ويكتب اختصارا (rad).

تناظر الدورة الكاملة على محيط الدائرة زاوية مقدارها ٢ π، حيث أن (باي Pi) π هي النسبة بين محيط الدائرة وقطرها، ويكون مقدار الزاوية المستقيمة هو π.

بحيث أن (π) أو (ط) عبارة عن عدد حقيقي ثابت (يستعمل في حساب المثلثات Trigonometry) وتساوي قيمته ٣,١٤١٥٩٢.

التحويل بين النظام الإنجليزي والنظام المتري:

الزاوية بالتقدير الدائري (راديان rad) =الزاوية بالتقدير الستيني (الدرجة °) × $\frac{360}{2\,\pi}$

الزاوية بالتقدير الستيني (درجة °) = الزاوية بالتقدير الدائري (ردیان) × $\frac{360}{2\,\pi}$

ومنه يمكن استخلاص أن:

- الزاوية القائمة 90^o = $\frac{\pi}{2}$ ردیان
- الزاوية المستقيمة 180^o = π ردیان
- الزاوية القائمة 90^o = $\frac{\pi}{2}$ ردیان
- الزاوية القائمة 60^o = $\frac{\pi}{3}$ ردیان
- الزاوية القائمة 45^o = $\frac{\pi}{4}$ ردیان

التعبير عن ميل السطح: يعبر عن ميل السطح كنسبة بين مقدار الارتفاع أو الانخفاض بين نقطتين المسافة بينهم تساوي واحد متر في النظام المتري وتكون الوحدة هي (مم/متر) أي مقدار الزيادة أو الانخفاض في الارتفاع لكل واحد متر طولي. مثلا ٤مم /م تعني ان السطح ينخفض ٤ مم في أحد الأطراف لكل ١ م من طوله.

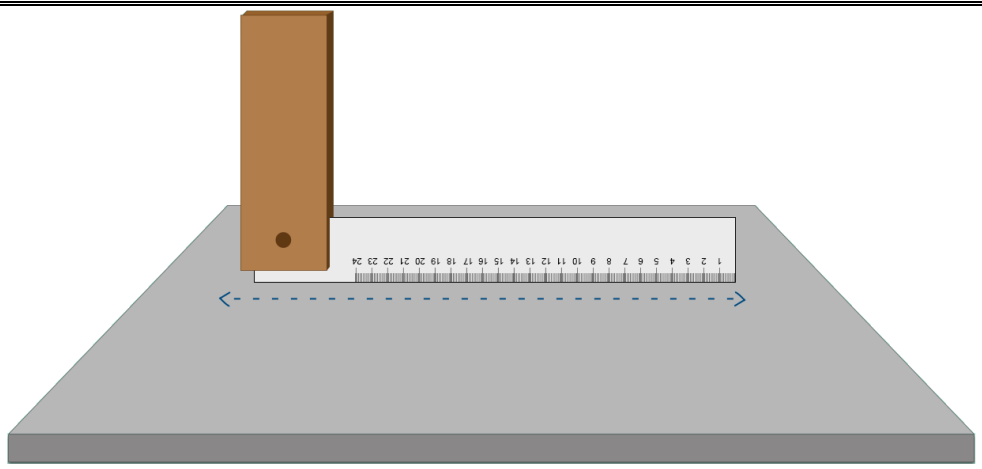
٣. المنقلة الرقمية ومحددات الزوايا Digital Protractors and Angle Gauges

أ- محدد الزاوية القائمة:

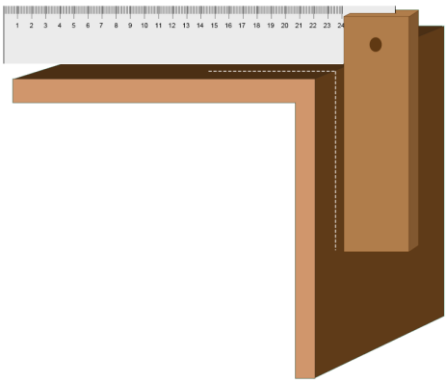
تعتبر الزاوية القائمة المبينة في شكل ٤٠، أحد أنواع محددات القياس الثابتة التي تستخدم لقياس الزوايا القائمة و (٩٠°) ويصنع سلاح الزاوية القائمة من الصلب والمثبت على عمود خشبي أو معدني يسمى (stock). ويوجد عادة تدريج على السلاح.

شكل رقم ١٠٦: محدد قائم وزاوية قائمة Try square angle

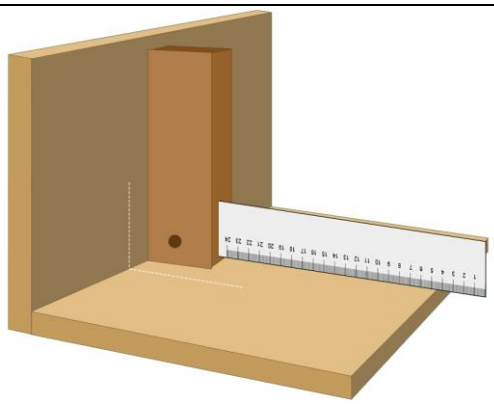
وتستخدم الزاوية لفحص استوائية الاسطح كما هو مبين في شكل رقم ١٠٧ أ.



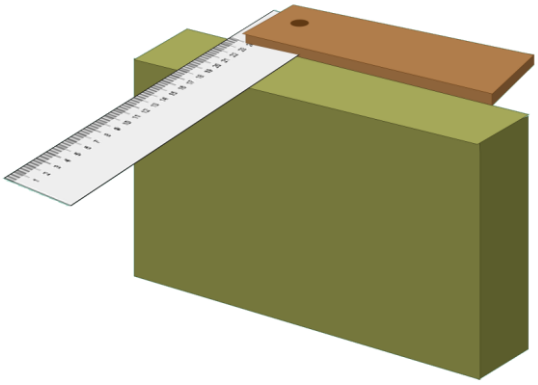
أ- فحص استوائية الأسطح



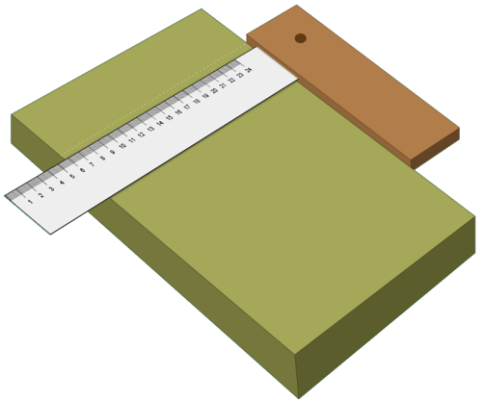
ب- فحص التعامد الخارجي



ث- فحص التعامد الداخلي



ج- فحص التعامد الداخلي



د- تخطيط الخطوط المتعامدة

شكل رقم ١٠٧: الأوضاع المختلفة لاستخدام محدد الزاوية القائمة

ب- محدد الزوايا المنفرجة:

هذه المحدد يستعمل لقياس زاوية ١٢ درجة وهي زاوية الشكل السداسي كما هو مبين في شكل رقم ١٠٧.

شكل رقم ١٠٨: محدد قياس زاوية منفرجة ٥١٢٠

ت- محدد الزوايا القابل للحركة ذو المنقلة الرقمية Digital Protractors and Angle Gauges:

محدد قياس الزوايا الرقمي المبين في شكل رقم ١٠٩ عبارة عن جزئيين كل جزء على شكل مسطرة ومتصلين بمحور دوران مركب حساس قياس الزوايا وعلية عداد رقمي لإظهار قيمة الزاوية.

شكل رقم ١٠٩: استعمال محدد قياس الزوايا الرقمية

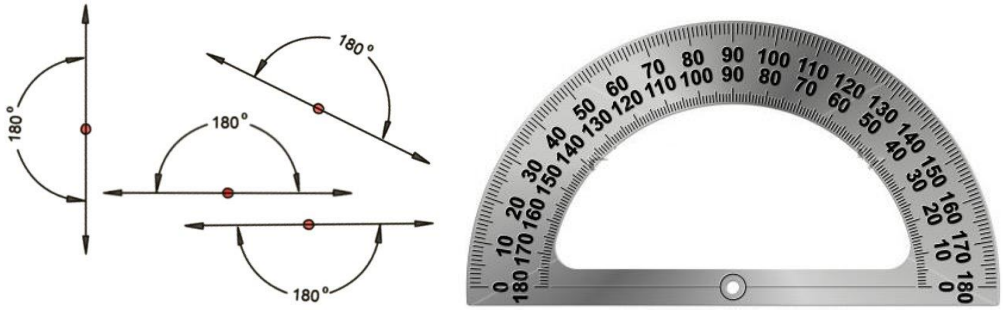
٤. مناقل قياس الزوايا Angle protractor

تستخدم المناقل بأنواعها لقياس زوايا مائلة سواء حادة أو منفرجة ويمكنها أيضا قياس الزوايا القائمة وتستخدم كذلك لأجراء عمليات الشنكرة ورسم الزوايا ويوجد ثلاثة أنواع شائعة الاستخدام من المناقل المستخدمة لقياس الزاوية وهي:

- المنقلة العادية المعدنية Regular Protractor
- المنقلة المحورية العامة A (universal) bevel protractor
- المنقلة الشاملة Combination Squares protractor

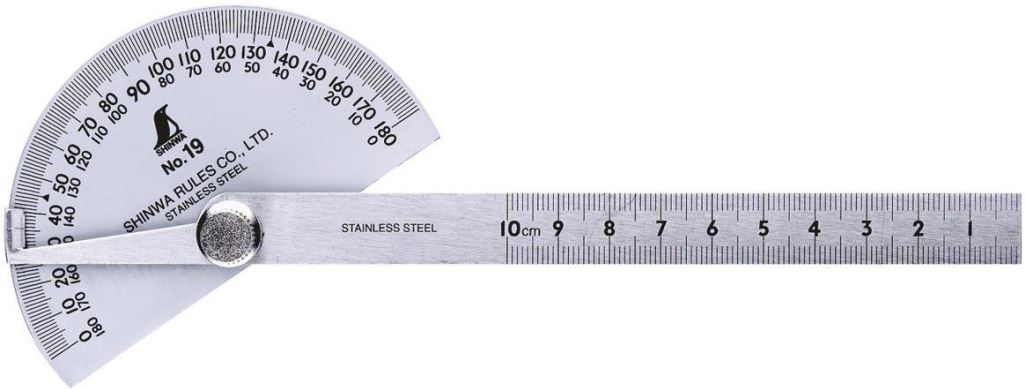
أ- المنقلة العادية المعدنية Regular Protractor

هي المنقلة المعدنية من ابسط معدات القياس المباشر المستخدمة لقياس زاويا المشغولات المعدنية وزوايا القطع للعدد والآلات في الورش الميكانيكية دقتها إلى ربع أو نصف أو درجة واحدة. وهي عبارة عن منقلة عادية مدرجة من صفر إلى ١٨٠ درجة كما هو مبين في شكل رقم ١١٠.



شكل رقم ١١٠: زاوية قياس المنقلة ١٨٠ درجة

المنقلة البسيطة مزودة بذراع القياس الذي يتحرك حول محور المنقلة يوجد مؤشر لتحديد قيمة قراءة الزاوية على المنقلة مركب بنهاية الذراع كما هو مبين في شكل رقم ١١١.



شكل رقم ١١١: المنقلة العادية Plate protractor

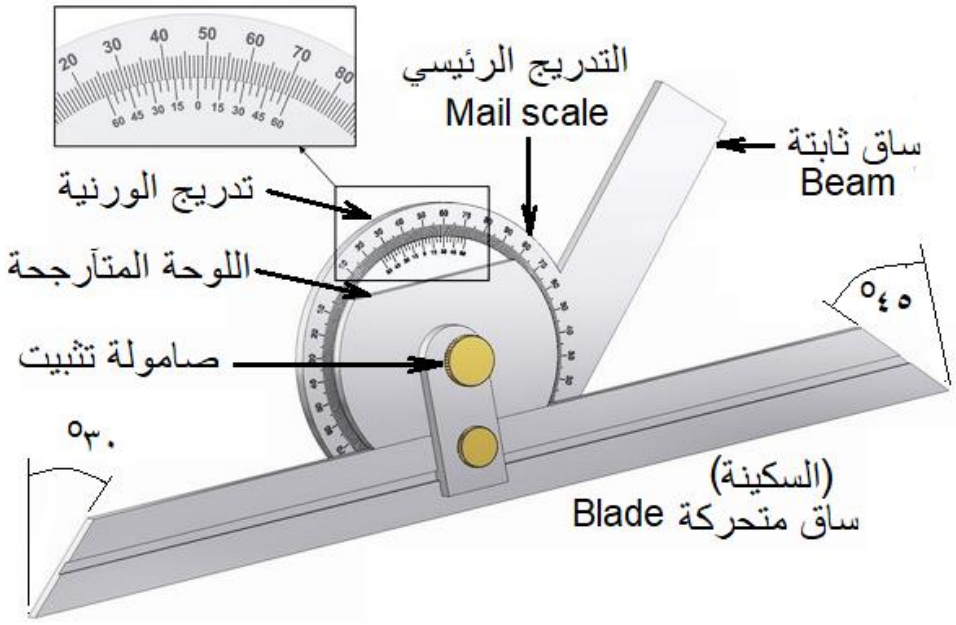
تستعمل المنقلة لقياس زوايا المشغولات، زوايا الأسطح المائلة الخارجية، قياس السلبات وفي عمليات التخطيط (Layout) والشنكرة Benchmarking وقياس زاوية ريشة المثقاب.

ب- المنقلة المحورية العامة ذات الورانية أو الزاوية العامة (الكوستيلا) A (universal) bevel protractor

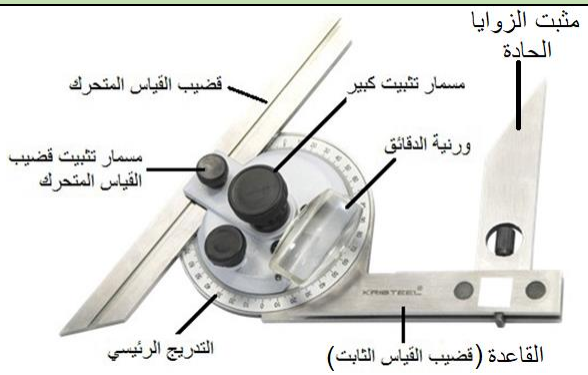
تستخدم المنقلة العامة لقياس زوايا المشغولات وتسمى (الكوستيلا) وهي أحد الأشكال المتطورة للمنقلة البسيطة. وعلى عكس المنقلة العادية فان المنقلة العامة يتم ضبطها لتناسب زاوية الميل المقاسة.

وتتكون أجزائها من الساق الثابتة والساق المتحركة القابلة للحركة في الاتجاه الطولي وتدريج دائري كامل وصامولة لتثبيت وضع المنقلة عند القياس وورنية مدرجة لقياس أجزاء الدرجة وينتهي أحد أطراف الساق المتحركة بحافة قياس بزاوية ٤٥° بينما ينتهي الطرف الأخر بحافة زاوية ٣٠° كما هو مبين في شكل رقم ١١٢.

وقد يتواجد فيها جناح ينزلق ويدور حول محور ثابت باليد ويمكن به رسم أو قياس أي زاوية مختلفة

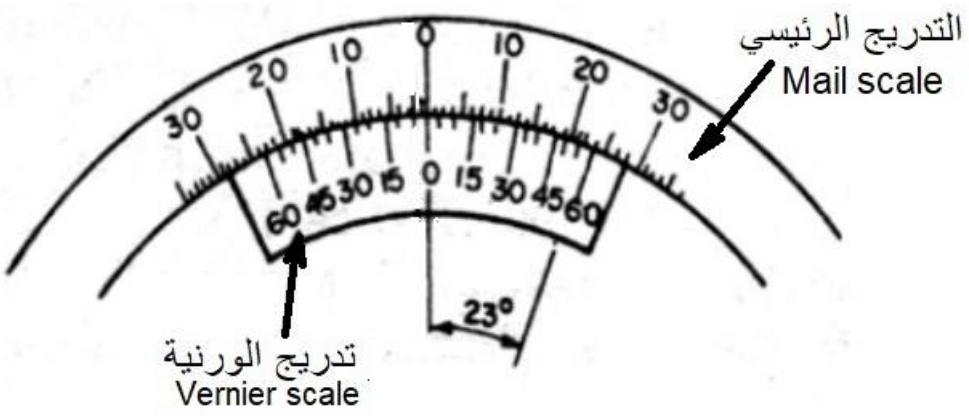


شكل رقم ١١٢: المنقلة العامة ذات الورنية للقياس الدقيق للزوايا Universal Protractor Bevel

أجزاء المنقلة العامة ذات الورانية (الكوستيلا)	
القاعدة (Base) وبها القرص المدرج أو المقياس أو التدريج الرئيسي (Main Scale).	
ورنية القياس المدرجة (Vernier Scale) وهي تدور داخل القرص المدرج.	
ساق متحركة (Blade) وهي تثبت مع الورنية عن طريق مسمار تثبيت.	شكل رقم ١١٣ المنقلة العامة (الكوستيلا) ذات الورنية لقياس الدقيق للزوايا الصغير جدا بواسطة مثبت الزوايا الحادة.
مثبت الزوايا الحادة (Acute Angle Attachment): المبين في شكل رقم ١١٣ يستخدم أحيانا لقياس الزوايا الصغيرة جدا والتي تعتمد على النوع المتاح في المعمل.	

جدول رقم ٢٧

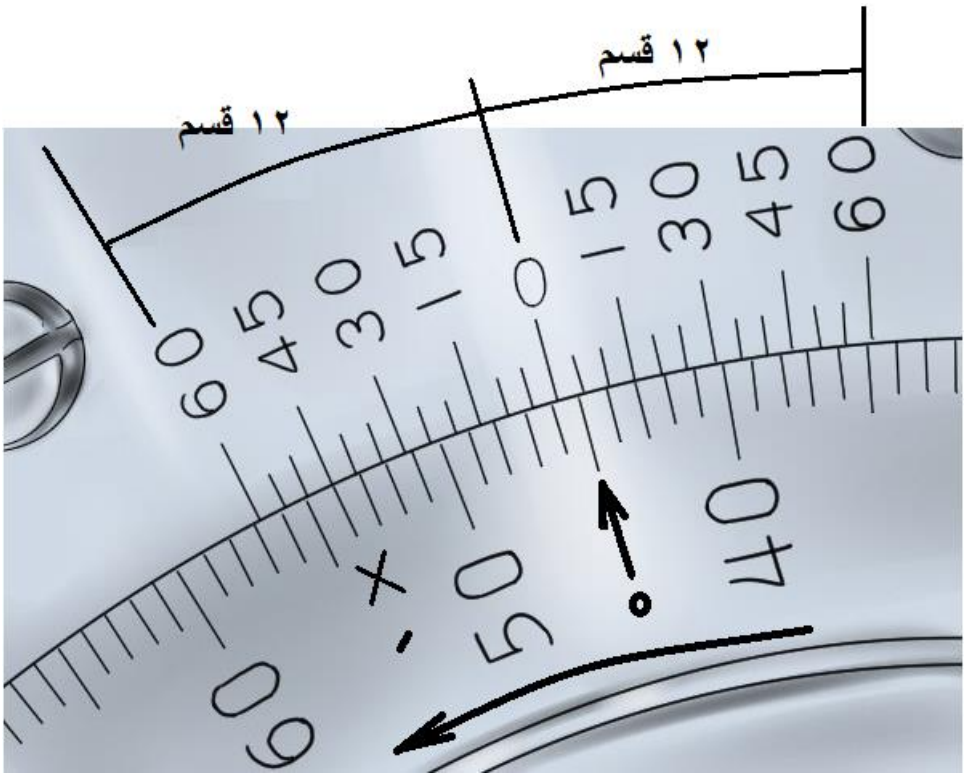
ورنية المنقلة مقسمة إلى نصفين يفصل بينها الصفر وكل منهما عبارة عن ورنية في حد ذاتها، وعادة تضم كل منها ١٢ قسم على جانبي خط الصفر بحيث يساوي طول كل جزء من هذه الأقسام ٢٣ درجه كما هو مبين في شكل رقم ١١٤، وبذلك يكون طول هذا الجزء بالدرجات ٢٣o × ٦٠ = ١٣٨٠' (١٣٨٠ درجة)، كل قسم من أقسام الورانية يكافئ زاوية مقدارها $\frac{1380}{12}$ = ١١٥' وحيث أن كل قسمين (شرطتين) من التدريج الرئيسي يكافئان ٢o = ١٢٠'.



شكل رقم ١١٤: تدريج الورانية (القراءة المسجلة ٤٥' ٥٤٥)

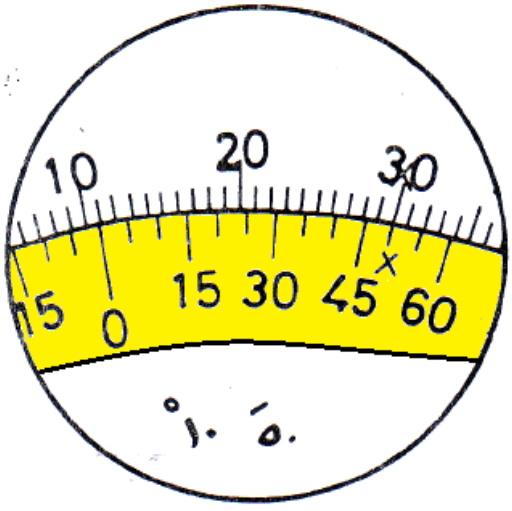
أي أن الفرق بين تدريج درجتين على المنقلة وقسمين على الورنية = ١٢٠-١١٥=٥' (٥ دقائق) والتي تعتبر دقة الورنية. وبالتالي تكون قيمة كل قسم (شرطة) على الورنية تساوي (٥') ابتداء من الصفر.

ويتم قراءة الزاوية الموجودة على المنقلة من الصفر وفي اتجاه الزاوية ٩٠° وتقرا الزاوية بالدرجات من أقرب (تدريج) شرطة على القياس الرئيسي تقابل صفر الورنية، وللحصول على الدقائق يتم النظر إلى تطابق خطين متطابقين على كل من التدريج واحد خطوط تقسيم الورانية كما هو مبين في شكل رقم ١١٥.



شكل رقم ١١٥: تدريج الورانية (القراءة المسجلة ٤٥' ٥٤°)

المثال المبين في شكل رقم ١١٦ يبين قراءة قيمتها ١٠ درجات و٥٠ دقيقة (٥٠' ١٠°).

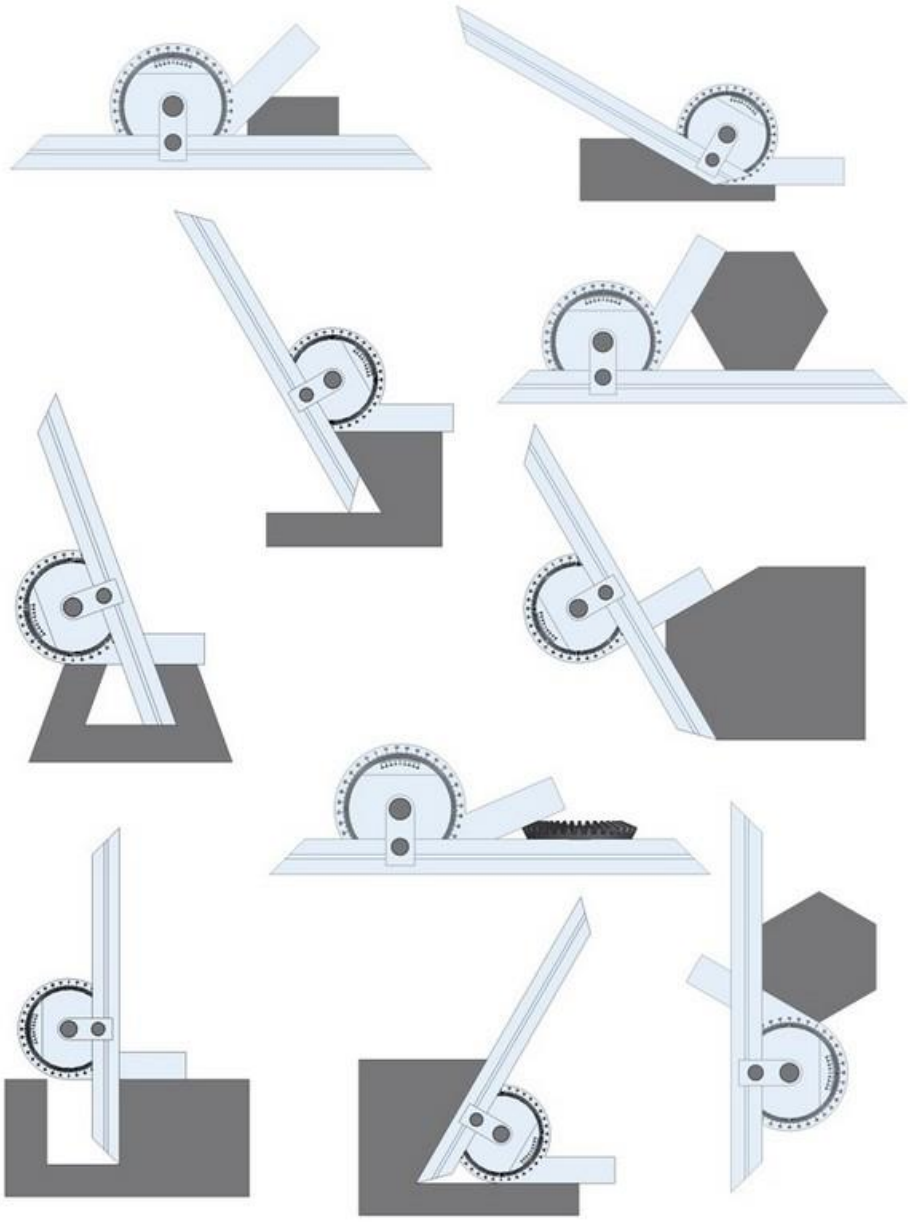


شكل رقم ١١٦: قراءة للمنقلة العامة ٥٠' ١٠°

حساسية الورانية (اقل قيمة يمكن قراءتها) = اقل وحدة قياس على مسطرة القياس الرئيسية / عدد التقسيمات الكلية على مقياس الورنية

وبالتالي يكون حساسية الورانية المقسمة إلى ١٢ قسم لكل واحد درجة (٦٠ دقيقة) من التدريج الرئيسي

حساسية الورانية (اقل قيمة يمكن قراءتها) = $\frac{٥١ \times ٦٠'}{١٢}$ = ٥ دقائق وتكتب (٥')



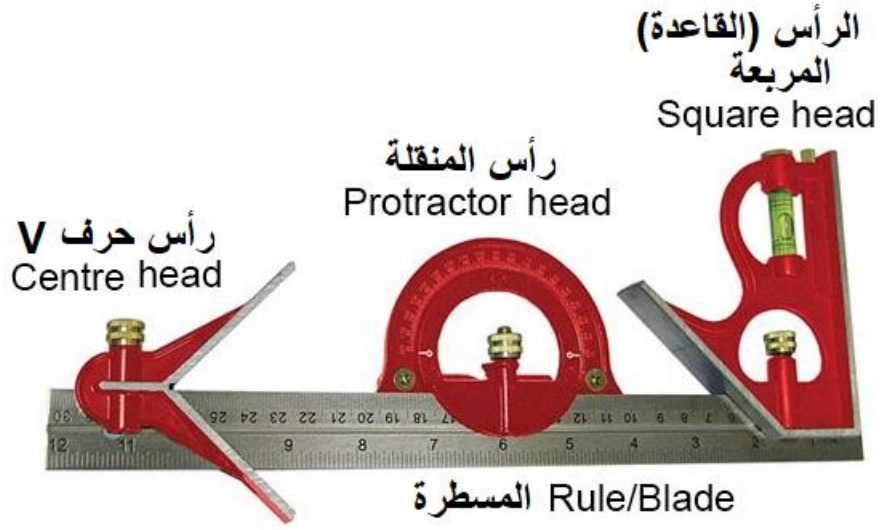
شكل رقم ١١٧: الأوضاع المختلفة لقياس زوايا الأسطح باستخدام المنقلة العامة ذات الورانية.

تستعمل المنقلة المحورية العامة 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.

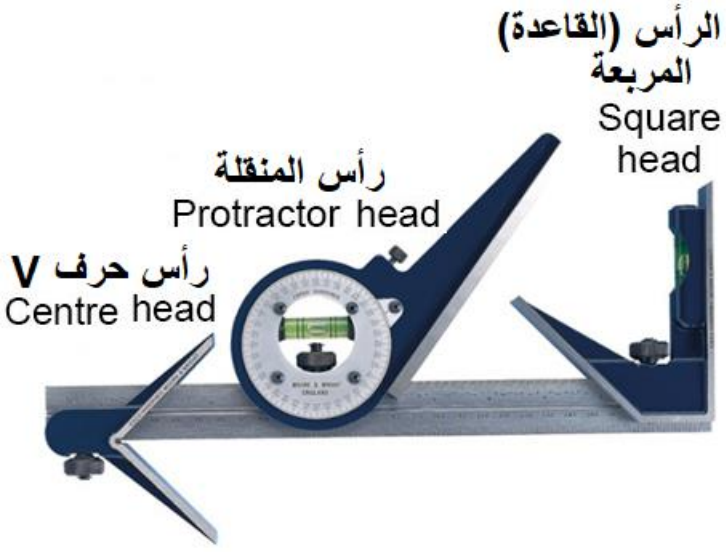
ت- المنقلة الشاملة Combination Squares

وهي منقلة متعددة الاستعمالات في الورش، فمن خلالها يمكن قياس الزوايا، فحص الزوايا القائمة والمسطحة وفحص تعامد الأسطح. تسمى كذلك بالزاوية المؤتلفة وهذا لأنها تتكون من عدة قطع للاستعمالات المذكورة.

المنقلة الشاملة وهي تسمى جهاز (مور ورايت Moore & Wright CSM) مزودة بمسطرة يمكن تحريكها طوليا ومدرجة من الجانبين بالبوصة والمليمتر، ورأس المنقلة Protractor head، والرأس المربع Square head ورأس لتحديد المراكز Centre head. ويكون الوجه المرجعي مقسى بصلادة عالية ليقاوم الأكل. وتوجد منقلة مركزية لها تقسيم ٣٦٠ درجة مقسمة إلى قياس من 0° - 180° - 0°. ويوفر الراس المركزي قياس زاوية قائمة قيمتها ٩٠° ويمكن من خلاله إيجاد مركز عمود دائري يصل قطره إلى ١٢٠ مم، ويوجد في كل جزء مسمار زنق.

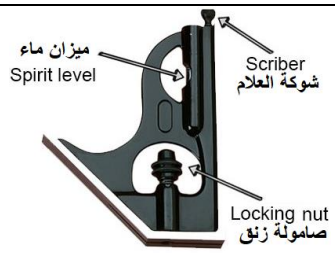


شكل رقم ١١٨

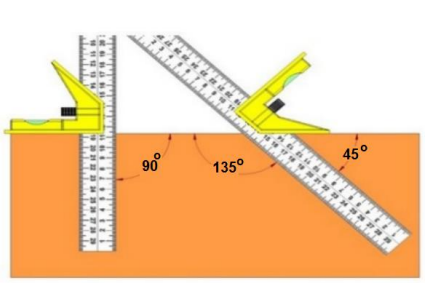


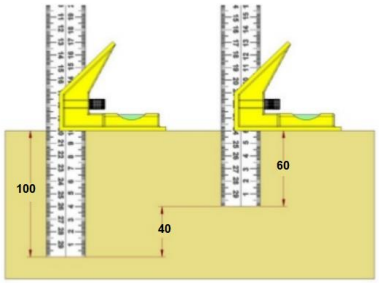
شكل رقم ١١٩: تصميمات مختلفة للمنقلة الشاملة Combination Squares

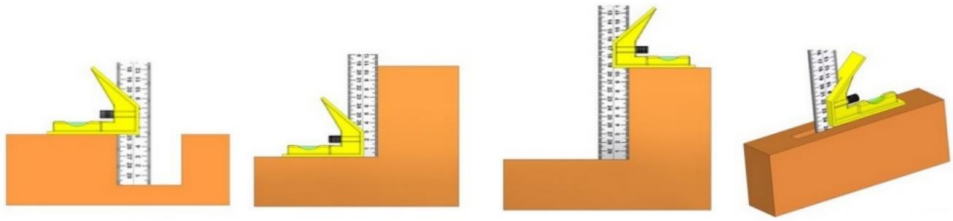
الأجزاء المكونة للمنقلة الشاملة

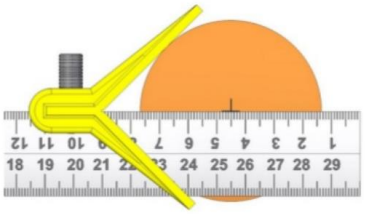
الرأس (القاعدة) المربعة القائمة: يستخدم لقياس الزوايا القائمة (٩٠°) وكذلك الزاوية (٤٥°) ويمكن استخدامه أيضا لقياس الأعماق.	
قاعدة حرف V: تستخدم لقياس نصف قطر الأجسام الدائرية، ويمكن بواسطتها أيضا قياس زاوية (٤٥°) عند تثبيتها للمسطرة وكذلك قياس الزاوية القائمة عند استخدامها منفصلا المسطرة.	
المنقلة: تستخدم المنقلة أساسا لقياس الزوايا مع المسطرة.	
المسطرة: تسمى أحيانا السلاح ويمكن تحريها بحرية ويركب عليها الرأس المربعة والرأس حرف V والمنقلة.	

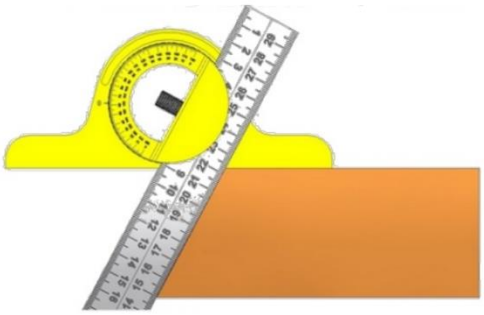
شكل رقم ١٢٠

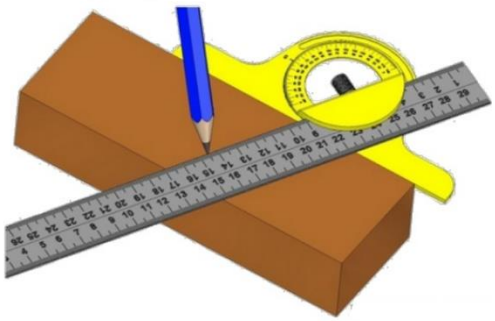

90°
135°
45°

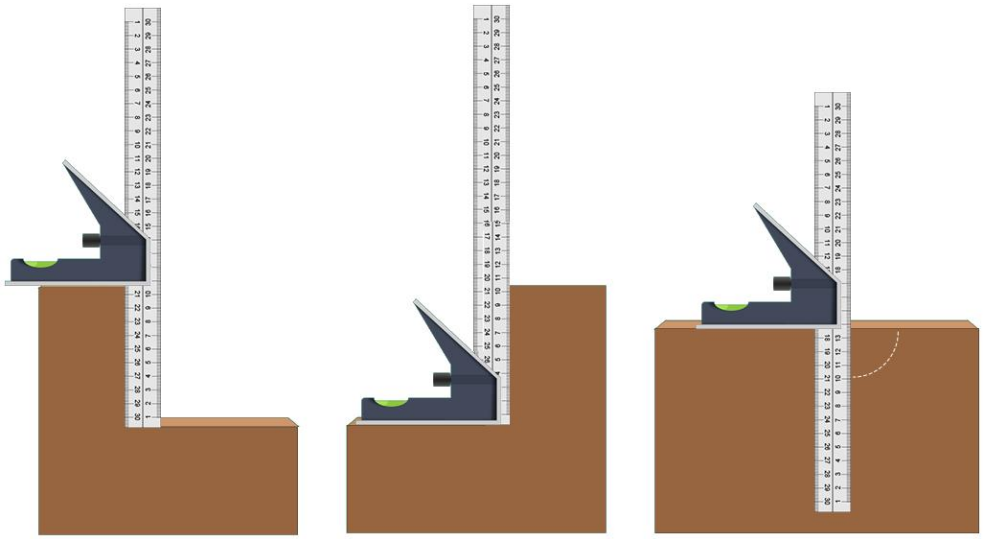

100
60
40

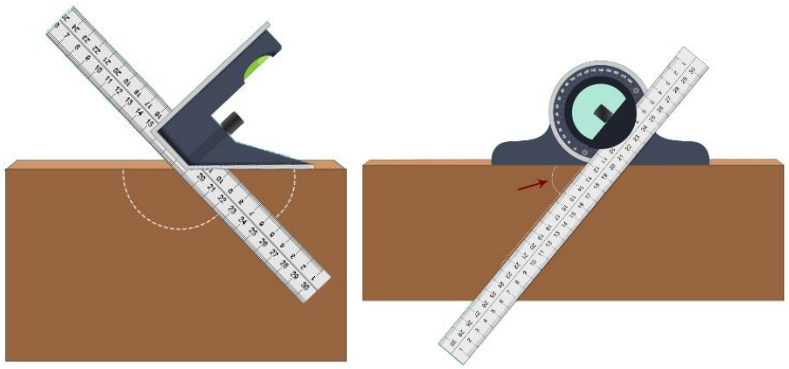












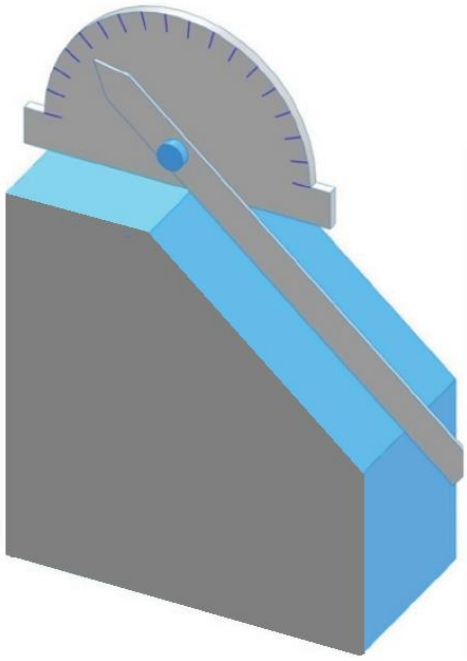
شكل رقم ١٢١: الأوضاع المختلفة لقياس زوايا الأسطح والأقطار باستخدام المنقلة الشاملة

تستعمل المسطرة المتحركة مع إحدى القطع الأخرى لتنفيذ عملية قياس معينة.

خطوات تنفيذ التدريب

أولا: المنقلة العادية المعدنية Regular Protractor

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. سجل مشاهداتك عن اقل زاوية قياس على المنقلة البسيطة التي تنفذ عليها التمرين.
٣. اسند المنقلة على أحد أسطح القطعة المراد قياسها.
٤. حرك ساق القياس المتحرك على أحد الأسطح الأخرى حتى تستقر على السطح الثاني للقطعة المراد قياس زاويتها كما هو مبين في شكل رقم ١٢٢.



شكل رقم ١٢٢: وضع المسطرة على السطح المائل

٥. تثبيت وضع الزراع المتحرك بمسمار التثبيت

٦. قم بقراءة القيمة المقابلة لامتداد الزراع المتحرك على تدريج المنقلة في شكل رقم ١٢٣، ثم سجل قيمة الزاوية في جدول النتائج.

شكل رقم ١٢٣: القياس بالمنقلة البسيطة

ثانيا: المنقلة المحورية العامة (الكوستيلا) A (universal) bevel protractor

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.

٢. سجل مشاهداتك عن دقة (حساسية) المنقلة المحورية العامة التي تنفذ عليها التمرين

٣. تسند ساق القياس الثابتة على أحد أسطح الزاوية المطلوب قياسها.

٤. قم بإزاحة الساق المتحركة حتى تستقر على السطح الثاني للزاوية المطلوب قياسها ويراعى التالي:

في حالة الزاوية الحادة والقائمة: توضع زاوية قطعة الشغل المراد قياسها بين الساق المتحركة ومثبت الزوايا الحادة كما هو مبين في شكل رقم ١٢٤ (أ، ب).

في حالة الزاوية المنفرجة: توضع زاوية قطعة الشغل المراد قياسها بين الساق المتحركة وسطح ثابت كما هو مبين في شكل رقم ١٢٤ (ج).

أ- قياس زاوية قائمة

ب- قياس زاوية حادة

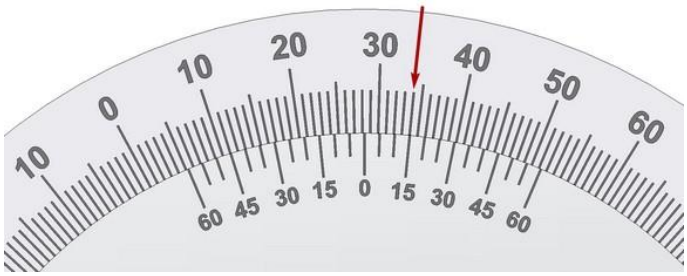
ج- قياس زاوية منفرجة

شكل رقم ١٢٤: احتمالا قياس لزوايا المختلفة بالمنقلة المحورية العامة

٥. ثبيت وضع الفك المتحرك بمسمار التثبيت في شكل رقم ١٢٤، ثم سجل قيمة الزاوية لقطعة الشغل المستخدمة لديك في التدريب في جدول النتائج والتي قد تكون ذات زاوية حادة، قائمة أو منفرجة

٦. قم بأخذ القياس الرئيسي بالدرجة على الجهاز وهذا بداية من صفر الورنية وتضاف إليها قيمة القياس على الورنية التي يتم الحصول عليها من تطابق التدرج الرئيسي وتدرج الورنية (افترض القراءة المبينة في شكل رقم ١٢٥ للتوضيح). لاحظ تحرك صفر الورنية ٢٨ درجة ناحية اليمين من صفر التدريج الرئيسي، وتطابق الخط الثالث للورنية مع أحد خطوط الورنية المشار اليها بالسهم في شكل ٥٢ (بضرب ٣ شرط × قيمة الشرطة (٥ دقائق) =١٥ دقيقة) وتكون قيمة الزاوية المقروءة هي (٢٨ ٥ '١٥)

٧. قم بتسجيل القيمة الحقيقية لقطعة الشغل التي تعمل عليها في جدول النتائج.



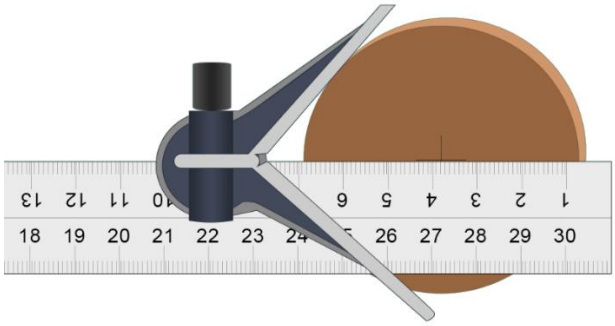
شكل رقم ١٢٥: تدريج الورانية (القراءة المسجلة ٥٢٨ ' ١٥ °)

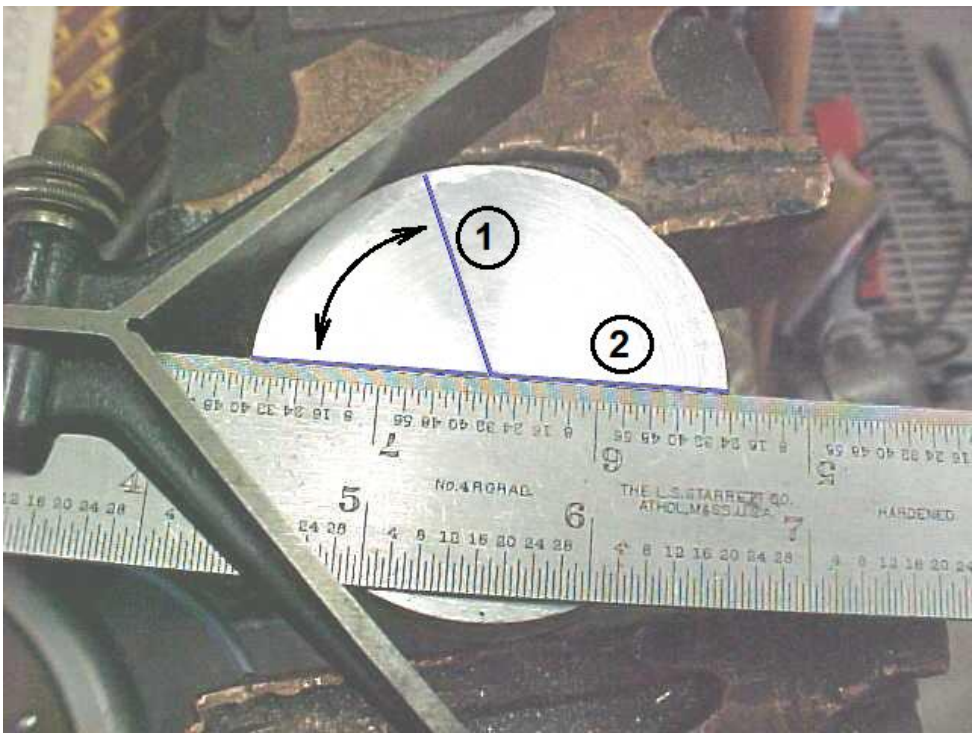
ثالثا: المنقلة الشملة Combination protractor

المطلوب: تحديد قطر عمود دائري مجهول المركز

المنقلة الشاملة بها مجموعة من الأجزاء التي تستخدم منفصلة أو متصلة بالمسطرة المتحركة، ولا تختلف كثيرا عن طريقة استخدام المنقلة البسيطة أو المنقلة المحورية العامة، أما الجزء المختلف فهو قياس مركز القطع الدائرية وهو الذي سيتم تناوله في هذا التدريب.

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. سجل مشاهداتك عن دقة (حساسية) المنقلة الشاملة التي تنفذ عليها التمرين
٣. قم بإسناد الجسم الدائري المطلوب قياسه ليلامس أسطح الرأس التي حرف V سند ساق القياس الثابتة على أحد أسطح الزاوية. كما هو مبين في شكل رقم ١٢٦.





شكل رقم ١٢٦: قياس وتحديد مركز جسم دائري

٤. ارسم خط على الجسم الدائري بقلم العلام Scriber مماسا لحرف المسطرة.

٥. قم بتدوير قاعدة تحديد المراكز حوالي نصف لفة وقم برسم خط أخر.

٦. تقاطع الخطين هو مركز الجسم الدائري.

٧. قم بقياس نصف القطر بالمسطرة المتحركة وسجله في جدول النتائج.

تسجيل النواتج

قيم الزوايا التي تم قرائتها من على المنقلة حسب نوعها لثلاث قطع شغل.

م	النوع	قطعة شغل حادة	قطعة شغل قائمة	قطعة شغل منفرجة
١	المنقلة البسيطة	.....	.....	.....
٢	المنقلة المحورية العامة	.....	.....	.....
٣	المنقلة المحورية العامة	.....	.....	.....

جدول رقم ٢٨

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع المناقل المختلفة.			
٣	يتمكن من استخدام المناقل لقياس لزوايا.			
٤	يتمكن من تحديد دقة المنقلة المحورية العامة.			
٥	يستطيع القياس الزوايا الحادة والقائمة والمنفرجة.			
٧	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام.			
٨	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية.			

جدول رقم ٢٩

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

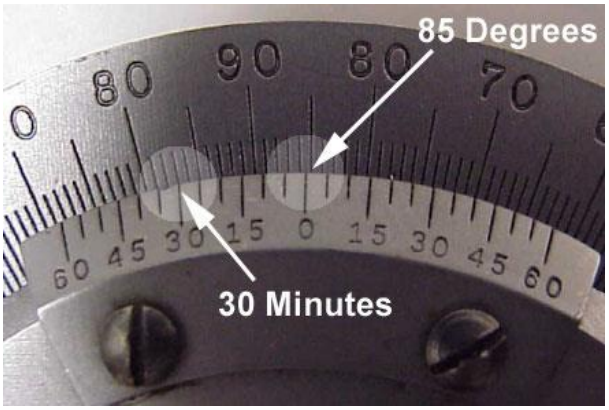
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب بالتالي:

- الأنواع المتاحة من المناقل الموجودة في الورشة وقطع شغل مختلفة

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٥ دقائق:

- قياس زاوية ميل الجسم بشكل سليم.
- حساب دقة النقلة
- قراءة المنقلة ذات الورنية

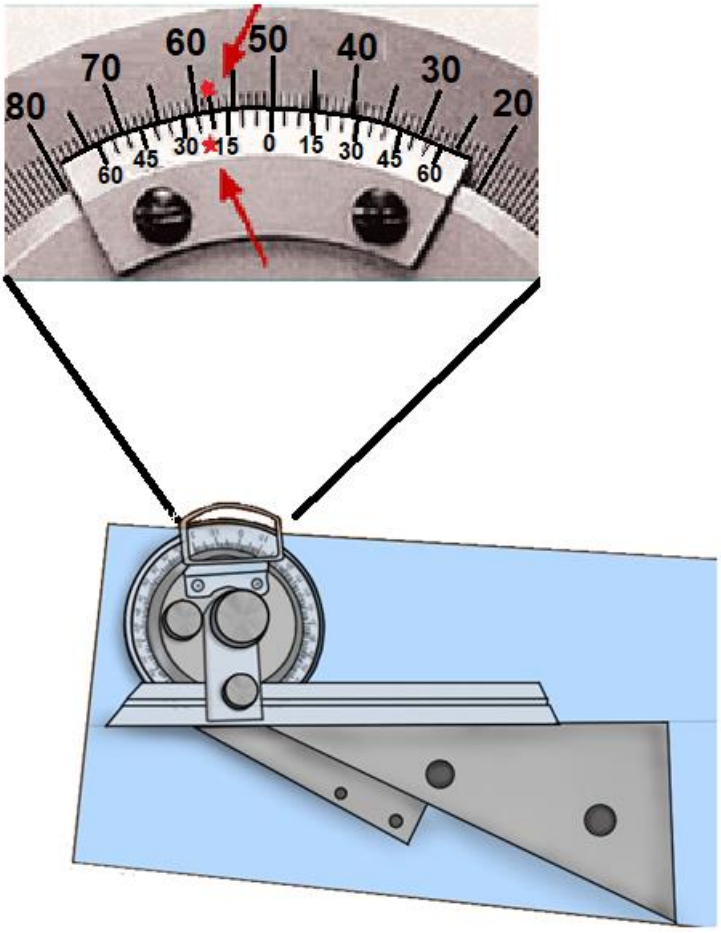


شكل رقم ١٢٧

القياس الرئيسي	A	° .....
قياس الورنية	B	' .....
قيمه القياس على الجهاز	A+B	° ..... ' .....

جدول رقم ٣٠

- قراءة المنقلة ذات الورنية



شكل رقم ١٢٨

القياس الرئيسي	A	..... °
قياس الورنية	B	..... '
قيمه القياس على الجهاز	A+B	..... °

جدول رقم ٣١

استخدام ساعات القياس (الأنديكيتور) Dial Indicator			
تدريب رقم	٦	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- التعرف ساعات القياس وطريق عملها.
- استخدام ساعات القياس لفحص استوائية الأسطح
- استخدام الأنديكيتور في فحص استدارة شغله مستديرة

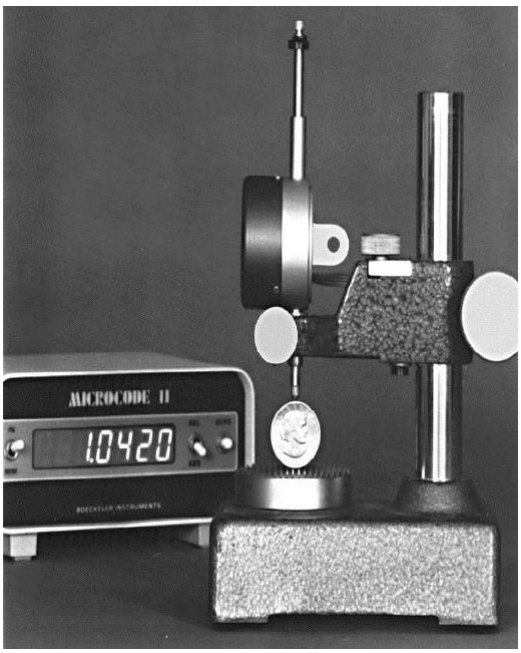
متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ارتداء افرول العمل	كتلة حرف V قياسية أو أي كتلة مجلخة خالية من الخدوش.
زهرة قياس	
مبين ذو وجه الساعة (ساعة قياس).	
حامل انضباطي للمبين ذو وجه الساعة	مواد تنظيف
قاعدة مغناطيسية لحامل الانديكيتور	
زهرة حرف V	فوطة صفراء لتنظيف القطع
زهرة الاستواء	

جدول رقم ٣٢

المعارف المرتبطة بالتدريب

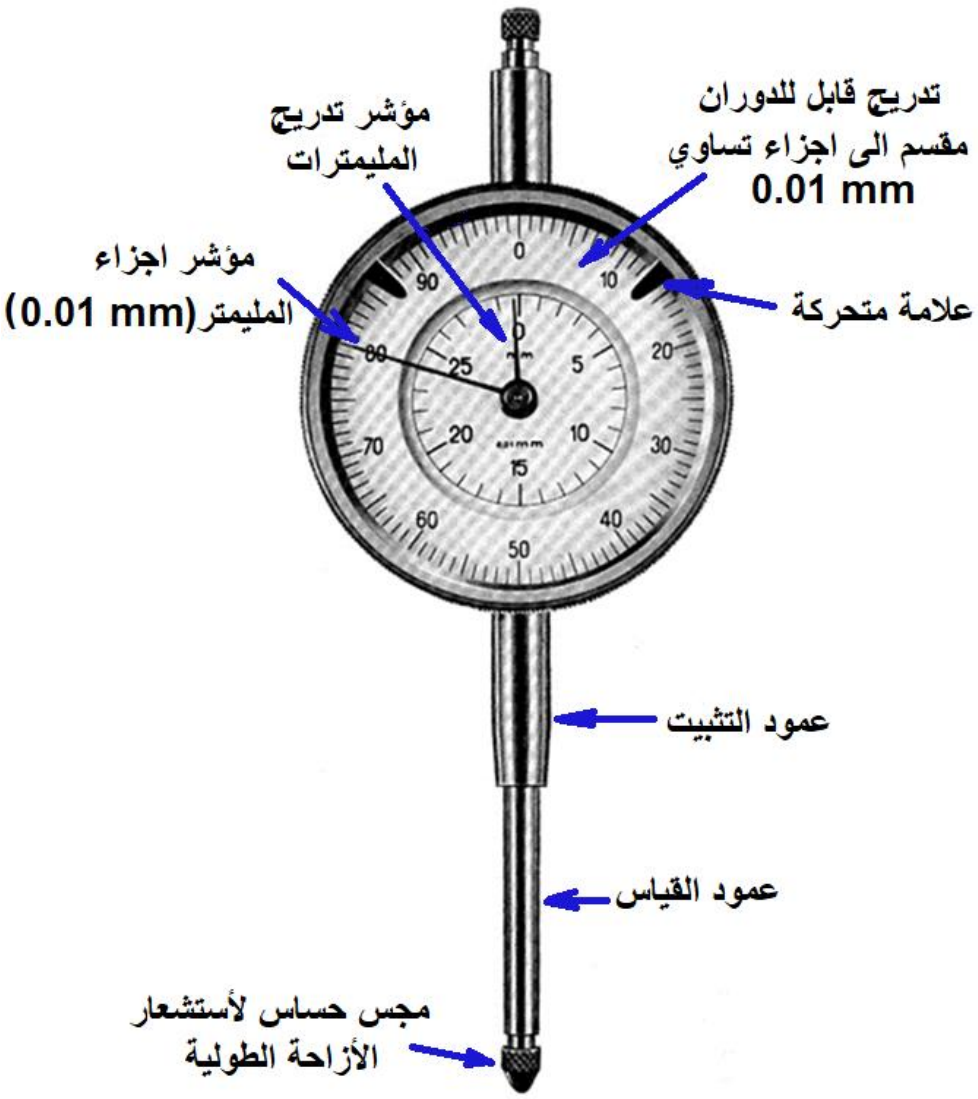
ساعات القياس هي عبارة عن محددات قياس ذات قرص مدرج أو مبين Dial تستعمل لاختبار استواء الأسطح وانتظام أعمدة الدوران ولتحديد قيم انحرافات مقاسات وأبعاد القطع المصنعة عن الأبعاد المنصوص عليها في المواصفات والتصاميم.



شكل رقم ١٢٩: ساعة القياس

مكونات ساعة القياس:

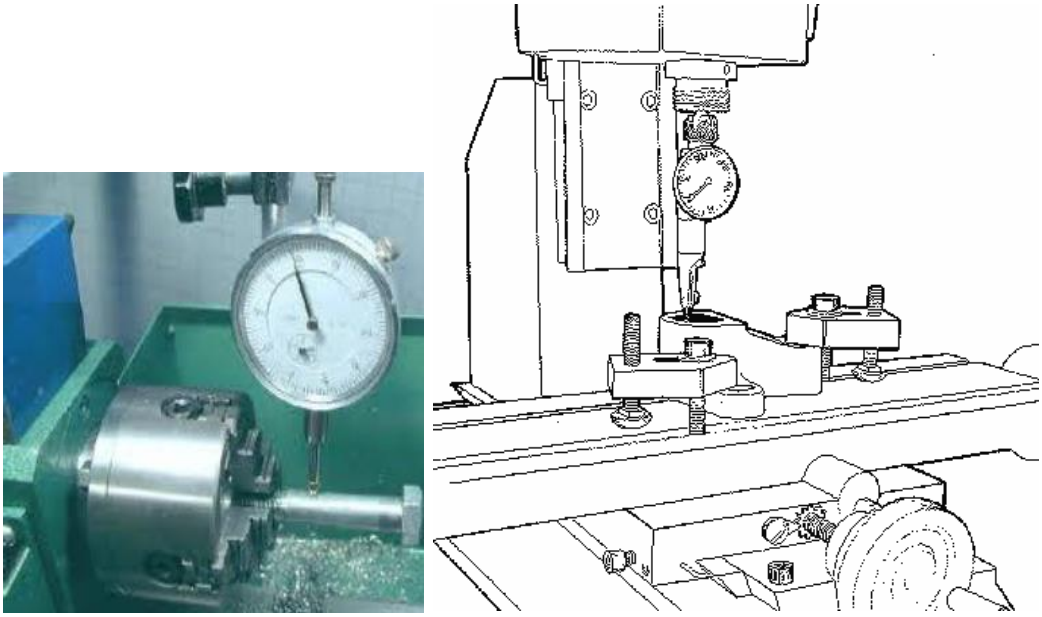
تتكون أساسا من عمود حساس للاستشعار وعمود تثبيت وتدريج ثابت وآخر قابل للدوران كما هو مبين في شكل رقم ١٣٠ كما يستخدم المبين ذو الساعة مع ميزان المياه في فحص محاور ماكينات التشغيل وضبط حركتها



شكل رقم ١٣٠: مكونات جهاز ساعة القياس

عند الاستعمال يجب تثبيت ساعة القياس على سطح مستوي وعن طريق تحريك إصبع الاستشعار على السطح المراد فحصه تنتقل انحرافات الأبعاد عن طريق الإصبع إلى المؤشر على الساعة المدرجة بتدرج يساوي ١/١٠٠ مم أي ٠,٠١ مم. ومنه يمكن تحديد قيم الانحرافات على السطح المقاس. عادة ما تستعمل هذه الطريقة في ورش التشغيل لفحص استواء الأسطح واستدارة الأعمدة ومقارنة الأبعاد مع قوالب القياس.

شكل رقم ١٣١: تثبيت ساعة القياس على قاعدة قياس مغناطيسية مستوية



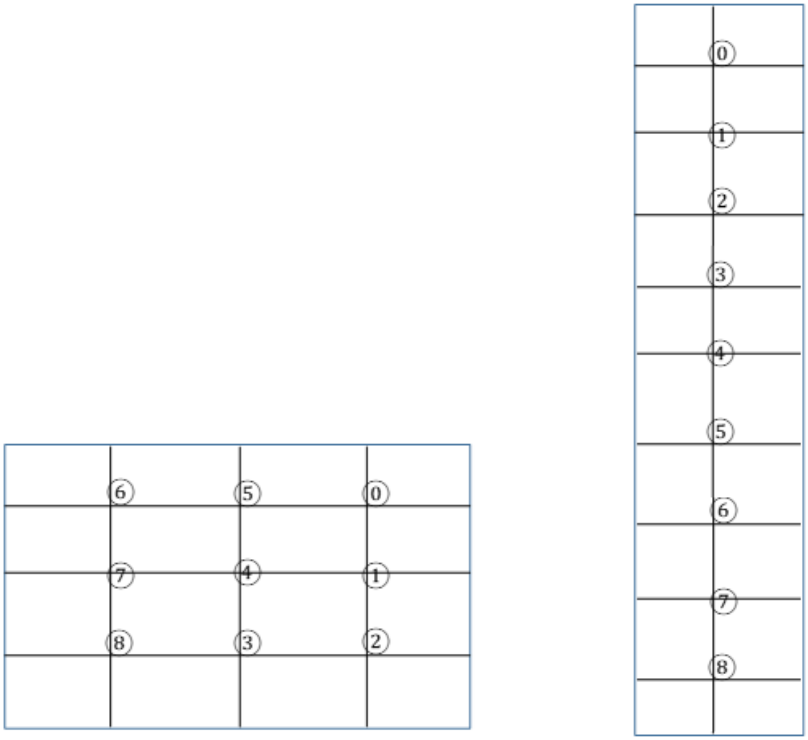
شكل رقم ١٣٢: استعمال ساعة القياس لفحص شغلة على آلة التشغيل

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. نظف زهرة الاستواء من الغبار والزيوت والشوائب العالقة وتأكد انه مستوى تماما لضمان دقة القياس
٣. نظف القطعة المراد قياسها.
٤. ثبت قطعة الشغل المراد قياس مدى الانحراف بها
٥. قم بتركيب ساعة القياس على الحامل الخاص بها واحكم تثبيتها.
٦. اضبط صفر مؤشر الساعة على المقاس المطلوب باستخدام قوالب أو محددات القياس المناسبة للضبط.

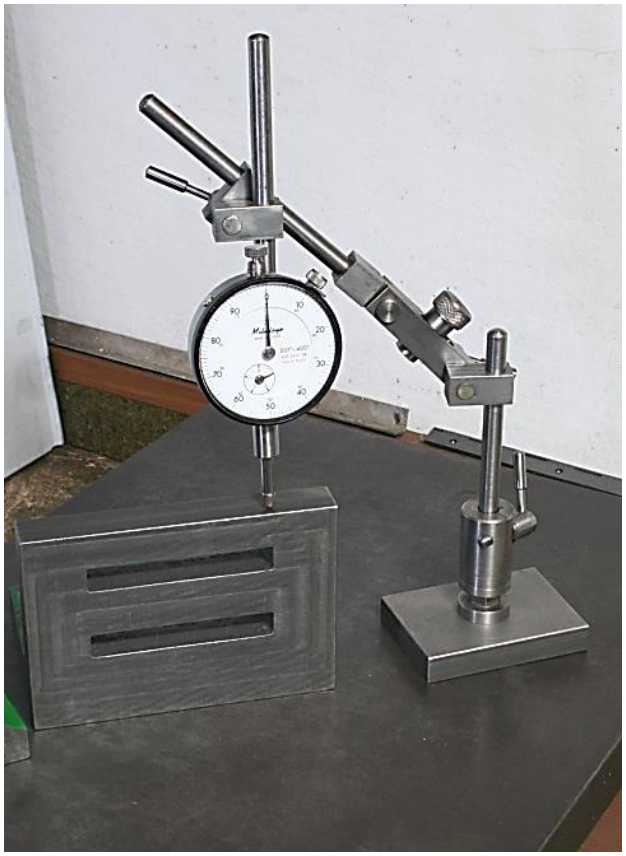
أولا: فحص استواء سطح عدل باستخدام ساعة القياس

قسم طول سطح الجسم المراد اختبار استوائه بمسافات متساوية على بعد ٢ سم مستخدما أساليب العلام الشنكرة (أي باستخدام حبر علام قابل للإزالة واستخدم شوكة علام وقدم أو زاوية قائمة ولا يخدش السطح أو يمكن استخدام قلم علام مباشرة والاستغناء عن الحبر)، إذا كان السطح المراد اختباره عريض يقسم بعمل مربعات على بعد ٢ سم كما هو مبين في شكل رقم ١٣٣.



شكل رقم ١٣٣: تقسيم السطح العريض

٧. ضع عند النقطة ⓪ حساس مبين الساعة و قم بتصفير تدريج المبين ذو الساعة، بمعنى ضبط قراءة المبين لتكون صفر عند النقطة ⓪ لمقارنة بقية النقاط على السطح بالنسبة لهذه النقطة كما هو موضح في شكل ٦



شكل رقم ١٣٤: فحص استواء سطح عدل

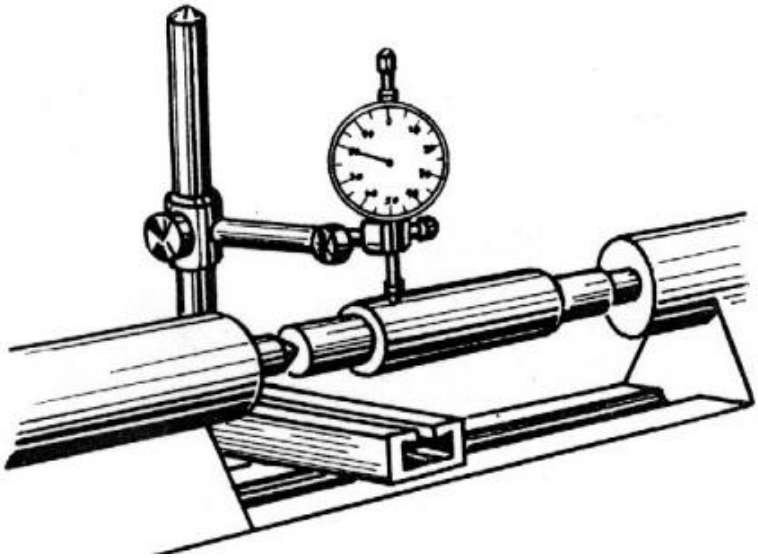
٨. حرك برفق الزهرة القياس دون اهتزاز إلى النقطة رقم ① ويسجل قراءة المؤشر سواء بالناقص أو بالزائد في جدول النتائج ويكرر ذلك مع كل النقاط، لاحظ أنه لو كانت الكتلة نظيفة وسليمة فربما تكون كل القراءات تساوي صفر إلا أن المتوقع أن تكون القراءات ± 0.02 املئ جدول النتائج.

٩. قارن بين القراءات وحدد وصف السطح مثلا (السطح مائل إلى أعلى بدء من النقطة ② وفي اتجاه النقطة ⑥ وهكذا).

ثانيا: فحص استواء سطح دائري باستخدام ساعة القياس

تكرر الخطوات الأساسية من ١ إلى ٥

٦. يثبت الجسم الدائري بين ذنبتين على مستوى أفقي مثل زهرة العلام مستوية وزهرتين حرف V أو يثبت في ظرف المخرطة كما هو مبين في شكل رقم ١٣٥.



شكل رقم ١٣٥: فحص مركزية الأعمدة الأسطوانية استخدام مبين الساعة لقياس

٧. حدد المساحة المطلوب العمل عليها بتقسيم طول سطح الجسم المراد اختبار استوائه بمسافات متساوية مستخدما أساليب العلام الشنكرة (أي باستخدام حبر علام أو طباشير قابل للإزالة واستخدم شوكة علام وقدم ولا يخدش السطح أو يمكن استخدام قلم علام مباشرة والاستغناء عن الحبر)، أو يمكن تحديد نقطة تلامس واحدة على العمود.

٨. ضع (الأنديكيتور) ساعة القياس بحيث يلامس حساس القياس سطح (محيط) طرف القضيب المراد تحديد استدارته من ناحية الجزء المثبت به (مثلا ناحية الظرف) أو في النقطة المحددة على العمود.

٩. لف العمود باليد عدة لفات ولاحظ القراء الصغرى والقراءة الكبرى الظاهرة على شاشة المبين (الأنديكيتور)

١٠. لف العمود برفق حتى يصل مؤشر المبين إلى القيمة الصغرى.

١١. حرك الذراع المنزلق الذي يحمل الانديكيتور برفق حتى يتم ضبط مؤشر ساعة القياس على الصفر وقم بالتأكد من انطباق المؤشر على الصفر.

١٢. لف الظرف لفة كاملة باليد وقم بمراقبة حركة مؤشر القياس سواء في اتجاه عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة لتفحص مدى اللامركزية في الجسم الدائري، قد يعطى المؤشر قراءة توضح قيمة الزيادة أو النقص

١٣. سجل أكبر قيمة وصل اليها المؤشر (اللفة الكاملة للمؤشر تساوي ١ مم)

١٤. اذا كان العمود مثبت من الطرفين بذنبة تكون اكبر قيمة هي قيمة اللامركزية في العمود عند هذه النقطة.

١٥. حرك حساس ساعة القياس إلى النقطة التالية المراد اختبارها أو إلى نهاية العلام حسب الحاجة وتكرر الخطوات من ١٠ إلى ١٤ حتى يتم إيجاد النقطة التي عندها أكبر قيمة للانحراف عن مركز العمود.

١٦. إذا كان العمود مثبت من طرف واحد مثل ظرف المخرطة، يمكن فك ربط الشغلة قليلا والطرق عليها بالمطرقة الكاوتش (الدقماق) لضبط الانحراف في مركز الشغلة، ثم تربط ثانية ويراقب حركة المؤشر عند لف العمود لفة كاملة

١٧. تكرر الخطوة السابقة حتى نلاحظ حركة بسيطة لمؤشر المبين حول الصفر وبذلك يكون قد تم ضبط مركزية الشغلة المركبة على ظرف المخرطة

١٨. قم بفك الأنديكيتور واعده إلى موضعه الآمن

١٩. نظف ورتب مكان العمل بعد الانتهاء من العمل.

- **عند تركيب الساعة بالحامل تجنب سقوطها ولا تربط على عامود القياس إذا كان المبين ليس له بروز للربط من الخلف اربط على الأسطوانة المحيطة بعامود القياس وعند ربط مسمار قفيز الحامل الضاغط على أسطوانة عمود القياس اربط برفق بالقدر الذي يمنع المبين من الحركة لأن الربط الشديد يتلف الماسورة المحيطة بعمود القياس فتحتك بالعمود.**
- **عند أخذ قراءة التدريج تذكر أن قيمة التدريج ٠,٠١مم.**
- **اختبر أي من اتجاهي حركة المؤشر في اتجاه عقارب الساعة أو العكس يعني ارتفاع السطح المفحوص أو هبوطه (الارتفاع + والهبوط -)**

تسجيل النواتج

جدول النتائج لقطعة العمل العدلة:

رقم النقطة	المسافة	قيمة زاوية الساعة	
		اتجاه عقارب لساعة	اتجاه عكس عقارب الساعة
⓪	بداية القياس		
①	على بعد ٢ سنتيمتر		
②	على بعد ٤ سنتمتر		
③	على بعد ٦ سنتمتر		
④	على بعد ٨ سنتمتر		
⑤	على بعد ١٠ سنتمتر		
⑥	على بعد ١٢ سنتمتر		
⑦	على بعد ١٤ سنتمتر		
⑧	على بعد ١٦ سنتمتر		

جدول رقم ٣٣

جدول النتائج للعمود الدائري:

النقاط								
⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	⓪
قراءة مؤشر مبين الساعة								
								0

جدول رقم ٣٤

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية			
٢	ينظف كل الأدوات بعناية ورفق دون اصطدام			
٣	يربط المبين بالحامل بطريقة صحيحة			
٤	يتعرف على طريقة عمل ساعة القياس			
٥	يقسم السطح لأجزاء متساوية			
٦	يضع مجس عمود القياس على السطح وصفر المبين			
٧	يتمكن من استخدام ساعة القياس لإيجاد الانحرافات			
٨	يحرك المبين من نقطة إلى أخرى باستقرار دون اهتزازا أو تغيير لضبط الساعة وأخذ القراءات بطريقة صحيحة، واستطاع أن يفسر القراءات ويف السطح المفحوص			
٩	يستطيع قياس الانحرافات للأسطح المستوية			
١٠	يستطيع قياس تحديد الانحرافات للأسطح الأسطوانية			
١١	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام			
١٢	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			

جدول رقم ٣٥

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

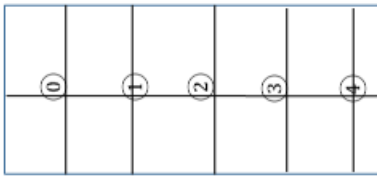
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب بالتالي:

- جهاز ساعة قياس Dial indicator
- حامل جهاز ساعة القياس

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ١٠ دقائق:

- تحدد وقياس الانحرافات لسطح مستوى بطول قصير.



القياس الدقيق للزوايا باستخدام قضيب الجيب Sine bar وقوالب القياس (Gage Blocks)			
تدريب رقم	٧	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- قياس الزوايا باستخدام قضيب الجيب
- قياس الزوايا باستخدام قوالب القياس

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ارتداء افرول العمل	عينة معدنية
قضيب الجيب	
قوالب القياس	فوطة قماش قطن

جدول رقم ٣٦

المعارف المرتبطة بالتدريب

تستعمل قوالب القياس Gage Blocks لقياس للأبعاد بدقه عالية جدا وتعتبر قوالب القياس من الدعامات الأساسية في عمليات التقييس الصناعي، إذ أنها تعد مراجع (أو معايير) لاختبار وفحص دقة أجهزة قياس الأبعاد مثل القدمة ذات الورنية والميكرومتر. كما تستعمل قوالب القياس في المختبرات وورش التشغيل في القياس المباشر وفي مقارنه القياسات بهف التفتيش عن جوده المنتجات.

أولا: قضيب الجيب Sine bar

قضيب الجيب عبارة عن قضيب بطول ثابت يرتكز على بكرتين متساوية الأقطار كما هو مبين في شكل رقم ١٣٦. يستعمل قضيب الجيب مع قوالب القياس لإجراء عمليات القياسات الدقيقة لزوايا المشغولات وزاوية ميل الأعمدة وزاوية ميل المخروط.

يتوفر قضيب الجيب بأطوال ١٠٠، ٢٠٠ و٣٠٠ مم.

تكون المسافة بين مركزي الأسطوانتين (البكرتين) محددة ومعروفة بدقة، ويكون سطح قضيب القياس موازي للخط الافتراضي الواصل بين مركزي البكرتين.

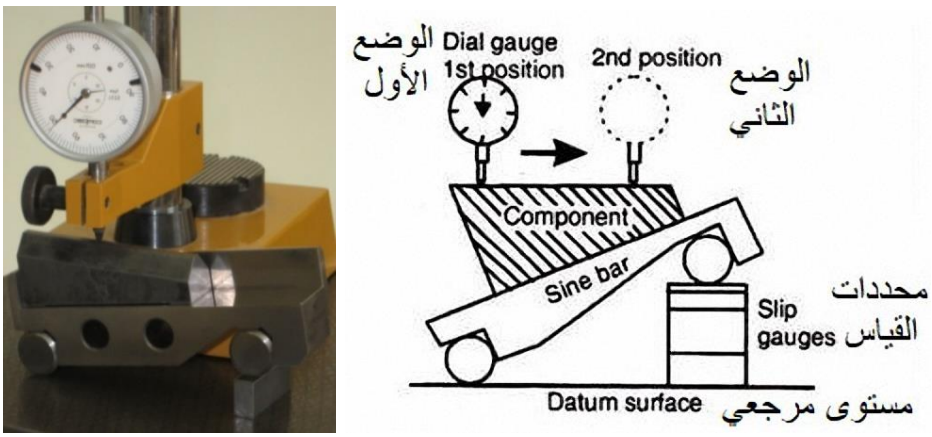
شكل رقم ١٣٦: أشكال مختلفة لقضيب الجيب

إجراء عملية القياس:

لإجراء القياس يوضع السطح المائل للقطعة المراد قياس زاويتها تحت أو فوق قضيب الجيب حسب الشكل الهندسي للقطعة المقاسة كما هو مبين في شكل رقم ١٣٧. ثم يرفع أحد طرفي القضيب تدريجيا باستعمال قوالب قياس الأبعاد حتى يصير سطح القطعة مماس ويوازي قضيب القياس وبالتالي تكون زاوية ميل قضيب الجيب هي نفسها زاوية ميل القطعة المقاسة.

شكل رقم ١٣٧: القياس بقضيب الجيب Sine bar

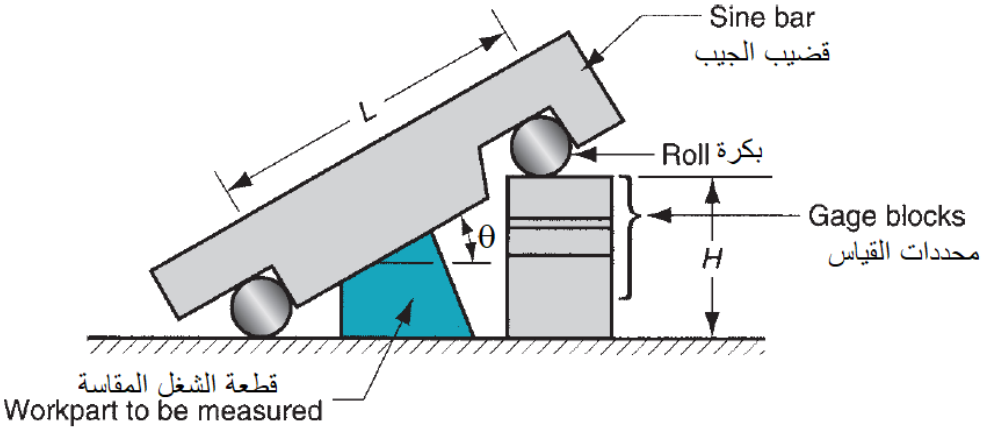
ويمكن أيضا رفع أحد طرفي القضيب تدريجيا باستعمال قوالب قياس الأبعاد حتى يصبح سطح القطعة أفقيا ولكن يجب استعمال ساعة قياس للتأكد من أفقية قضيب الجيب كما هو مبين في شكل رقم ١٣٨. وبهذا تكون زاوية الميل في القطعة مساوية لزاوية ميل قضيب الجيب مع القوالب.



شكل رقم ١٣٨: القياس بقضيب الجيب وساعة القياس

حساب زاوية الميل:

تكون المسافة بين البكرتين عادة من ١٠٠ إلى ٥٠٠ مم، ويمكن ضبط الزاوية يدويا من ناحية واحدة أو من الناحيتين، بحيث يوضع الجسم المراد قياسه على مستوى مسطح كما هو مبين في شكل رقم ١٣٩.



شكل رقم ١٣٩: حساب قياس الزوايا استخدام قضيب الجيب

من قانون المثلثات يمكن استنتاج العلاقة بين الزاوية Θ وطول قضيب الجيب L وارتفاع قوالب القياس H، جيب الزاوية يساوي المقابل على الوتر

أولا حساب جيب الزاوية من العلاقة $Sin\ \boldsymbol{\theta} = \frac{H}{L}$ وبالتالي تكون الزاوية $\theta = Sin^{-1}\frac{H}{L}$

وبما أن كلا من ارتفاع قوالب القياس وطول القضيب معروفين فإنه يمكن تحديد جيب الزاوية ومن ثم الزاوية.

مثال: إذا كانت المسافة بين بكرتين القياس المستخدم لقياس أحد الزوايا يساوي ١٠٠ مم، وارتفاع قوالب القياس كان ٢٦,٦٥٢ احسب زاوية الجيب للسطح المائل.

$$\theta = Sin^{-1}\frac{H}{L} = Sin^{-1}\frac{26.652}{100} = 15.46^{o}$$

وتكون الزاوية هي ١٥° و٢٧′ و٢٦″

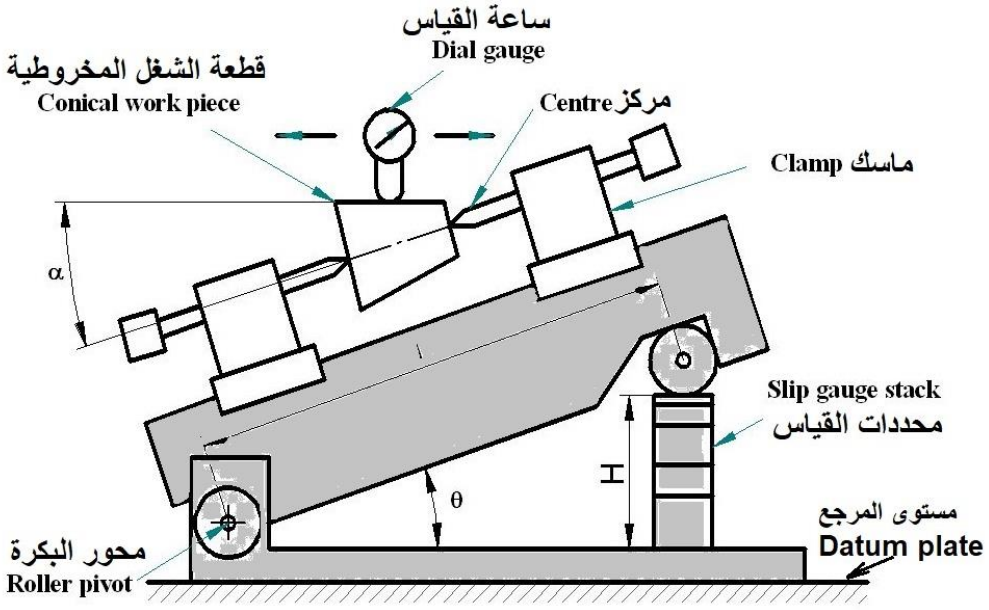
قضيب الجيب للمراكز Sine gauge center

يستخدم جهاز جيب الزوايا لتثبيت المشغولات المخروطية الأسطوانية والتي لا يمكن وضعها على جهاز قضيب الجيب التقليدي لتعرضها للتزحلق. جهاز قياس زاوية ميل المراكز هو في الأساس مثل قضيب الجيب ولكن محمل به قطع لتثبيت مراكز الجسم المخروطي عند الأطراف والتي يمكن ضبطها وتثبيتها في أي وضع كما هو مبين في شكل رقم ١٤٠ وبهذا نضمن الدقة لان المحور الصحيح هو محور قطعة الشغل. يتكون جهاز قياس جيب لمراكز من قضيب جيب مثبت في محور بكرة مرتكزة على سطح مرجعي مستوى. يوجد في اعلى القضيب مثبتات لتثبيت مراكز المشغولات المخروطية.

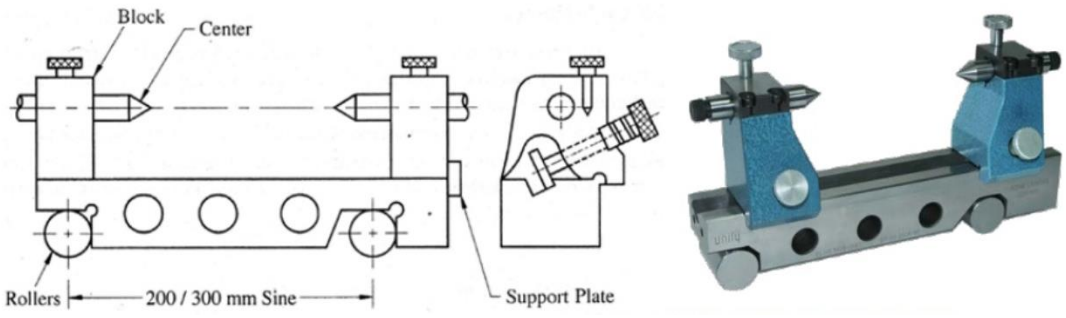
شكل رقم ١٤٠: جهاز المراكز

وعند قراء مبين الساعة إلى قيمة صفر عند تحركه على السطح المخروطي تحسب الزاوية بالعلاقة التالية

$$\theta = \alpha = Sin^{-1}\frac{H}{L}$$



شكل رقم ١٤١: قضيب الجيب لجهاز قياس زاوية ميل المراكز



شكل رقم ١٤٢: أجزاء جهاز قياس زاوية ميل المراكز

مزايا وعيوب قضيب الجيب

المزايا

- من أدق الأجهزة المستخدمة لقياس الزوايا
- بسيط في التصميم والتركيب
- متاح بسهولة

العيوب

- دقة الجهاز مقبولة حتى زاوية اقل من ١٥ درجة وتقل الدقة كلما زادت زاوية القياس ولا يناسب مطلقا زوايا أكبر من أو يساوي ٤٥ درجة.
- يصعب التعامل معه وتثبيت محددات القياس
- جهاز بدائي يصعب ثباته في مكانه
- يستخدم في التطبيقات التي يكون المسافة محدودة بين المراكز ولهذا لا يعتبر طريقة مثلى لقياس المشغولات.
- قد ينتج خطاء كبير في الزاوية لأي خطاء بسيط في قضيب الجيب

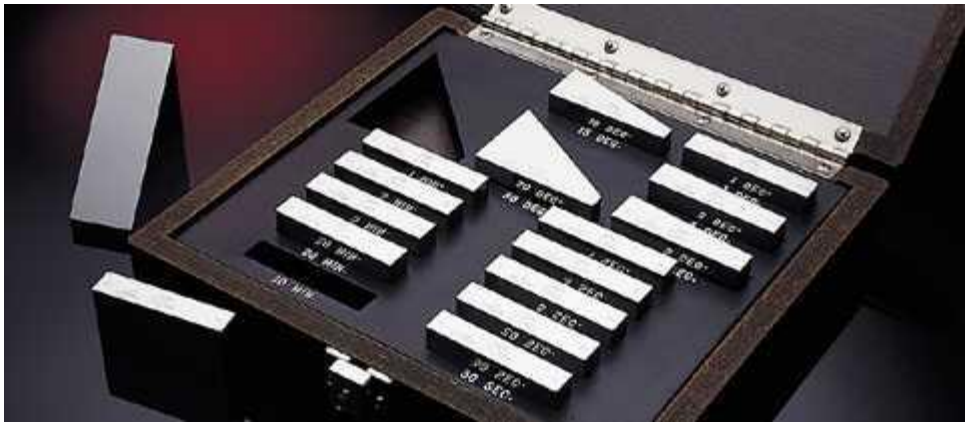
ثانيا: قوالب قياس الزوايا (Angle Gage Blocks)

قوالب قياس الزوايا هي قوالب من الصلب متوفرة على شكل أطقم محفوظة في علب خشب لحمايتها من الخدش كما هو مبين في شكل رقم ١٤٣. تم ابتكارها سنة ١٩٣٩ بواسطة د.تويلسون Dr.Tomilson. طول كل قالب ٧٥ مم وعرض ١٦ مم ولها أسطح مائلة مصنوعة بزاوية ميل دقيقة جدا. وعليها علامة (>) محفورة بكل قطعة والتي تشير قيمة الزاوية للقالب، ويوجد عادة ١٣ قطعة مرتبة كما بالجدول التالي. أوقد تختلف طبقا لما هو مدون على العلبة من بيانات للزوايا المتاحة.

درجة	١	٣	٩	٢٧	٤١
دقيقة	١	٣	٩	٢٧	
ثانية	٣	٦	١٨	٣٠	

جدول رقم ٣٧: قيم الزوايا لمجموعة من قوالب القياس

قوالب قياس الزوايا تجسد بدقة جيدة مقاسات زوايا معينة. تستعمل قوالب قياس الزوايا في أعمال معايرة الأجهزة الأخرى (المنقلة، محددات الزوايا) وفي الفحص الدقيق لزوايا المشغولات ولضبط ماكينات التشغيل.



شكل رقم ١٤٣: أشكال مختلفة لقوالب قياس الزوايا (Blocks Angle Gage)

Smallest increment by which any angle can be produced	Number of individual blocks contained in the set	Detailed listing of the blocks composing the set
1 degree	6	6 blocks of 1,3,5,15,30 and 45 degrees
1 minute	11	6 blocks of 1,3,5,15,30 and 45 degrees 5 blocks of 1,3,5,20 and 30 minutes
1 second	16	6 blocks of 1,3,5,15,30 and 45 degrees 5 blocks of 1,3,5,20 and 30 minutes 5 blocks 0f 1,3,5,20 and 30 seconds

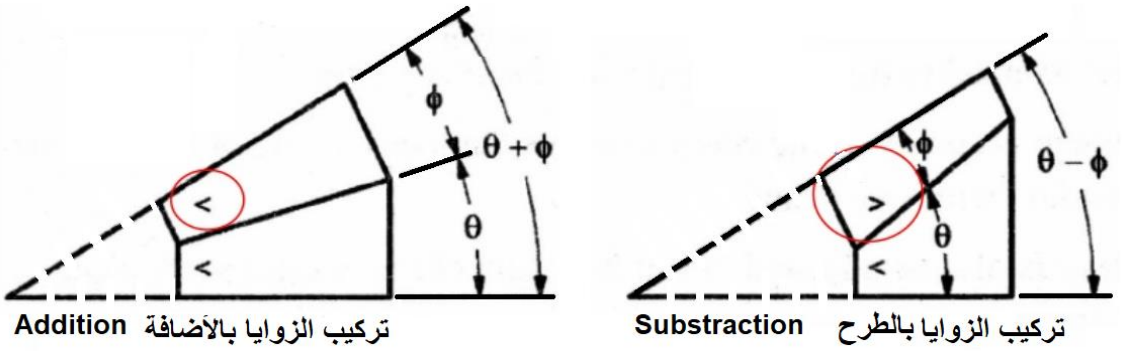
جدول رقم ٣٨: بيانات القوالب الموجودة بأحد علب قوالب قياس الزوايا

طرق استخدام أطقم قوالب قياس الزوايا:

يمكن استعمال مجموعة من القوالب لتركيب زاوية معينة على طريقتين: طريقة الإضافة وطريقة الطرح.

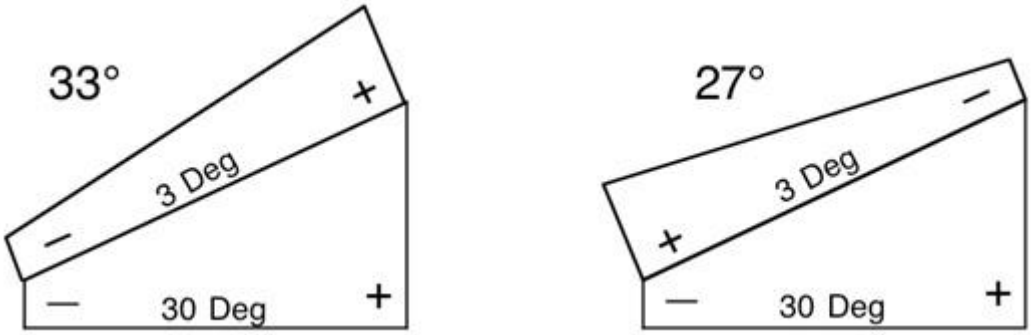
١. طريقة الإضافة (assembly Additive): نجمع القوالب بحيث يكون اتجاه ميل السطح المائل لجميع القوالب واحد وتكون الزاوية المركبة هي مجموع زوايا كل قالب. فمثلا بإضافة قالب الزاوية ٥ إلى ٣٠ وعلى نفس الميل نحصل على زاوية ٣٥ درجة.

٢. طريقة الطرح (assembly Subtractive): نركب القوالب بحيث يكون اتجاهاتها معاكسة لبعضها البعض. وبالتالي تكون الزاوية المركبة هي الفرق بين القوالب في اتجاه الميل الرئيسي وبقية الزوايا في الاتجاه المعاكس. فمثلا بوضع قالب الزاوية ٥ في الاتجاه المعاكس مع قالب الزاوية ٣٠ نحصل على زاوية ٣٠-٥ = ٢٥ درجة.



شكل رقم ١٤٤: تركيب الزوايا باستعمال قوالب قياس الزوايا

مثال: شكل رقم ١٤٥ يبين تركيبة من قوالب القياس لقطعة أساسية زاويتها ٣٠ درجة وتم طرح قالب (يركب بالعكس) بقيمة ٣ درجات ليكون الناتج زاوية ٢٧ درجة، والجزء الذي على اليسار تم إضافة قالب بقيمة ٣ درجات (في نفس الاتجاه) ليصبح قيمة الزاوية الإجمالية ٣٣ درجة



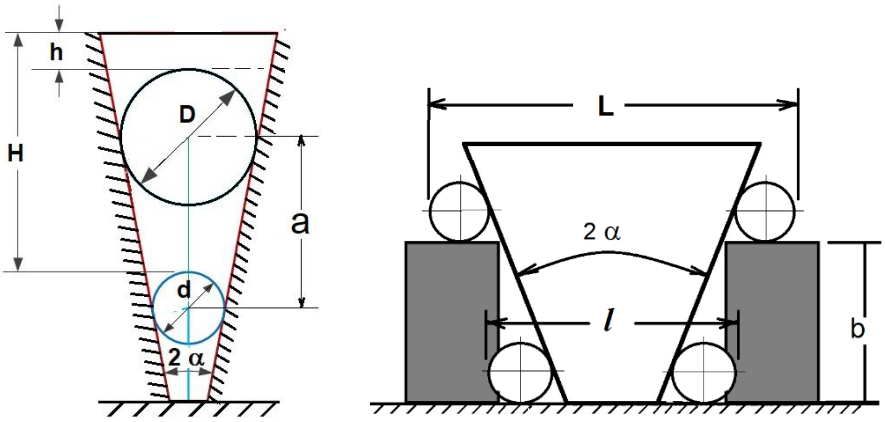
شكل رقم ١٤٥: شكل يبين فكرة قوالب قياس الزوايا

ثالثا: قوالب قياس الزوايا باستخدام الكرة والأسطوانات (البكرات) Ball and rollers bar

تستخدم القوالب الأسطوانية والكروية المبينة في شكل رقم ١٤٦ في قياس زوايا الثقوب المخروطية والمخروط الناقص.

شكل رقم ١٤٦: محددات قياس كروية Gauge ball لقياس السلبة المخروطية

استخدام الكرات المعروف قطرها بدقة يلائم إيجاد زاوية ميل الثقوب المخروطية أما في حالة مجسم المخروط القائم فأن الأسطوانات تتناسب مع إيجاد زاوية المخروط من الخارج.



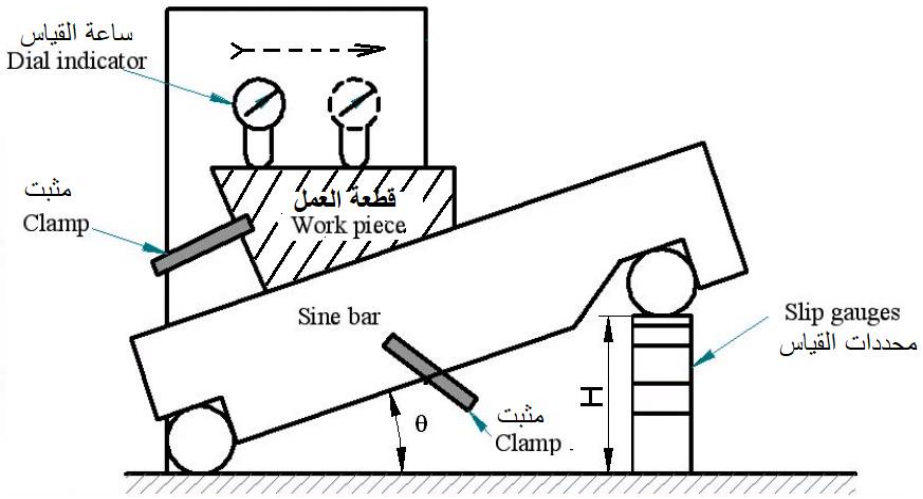
شكل رقم ١٤٧: الأشكال التي يمكن إيجاد زواياها الداخلية الخارجية باستخدام الأسطوانات والكرات

خطوات تنفيذ التدريب

أولا: قياس زاوية غير معلومة باستخدام قضيب الجيب sine bar

لقياس زاوية معلومة أو تحديد زاوية وضع شغلة معينة

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. تأكد من نظافة سطح القياس وانه مستوى تماما لضمان دقة القياس.
٣. اسند أحد البكرتين على لوح مستوي أو زهرة العلام واسند البكرة الأخرى على محددات القياس
٤. سجل قيمة البعد L الخاص بجهاز قضيب الجيب حيث ان L هي المسافة بين مركزي البكرتين
٥. اضبط قضيب الجيب القطعة sine bar ليميل بزاوية زاوية Θ المراد قياسها



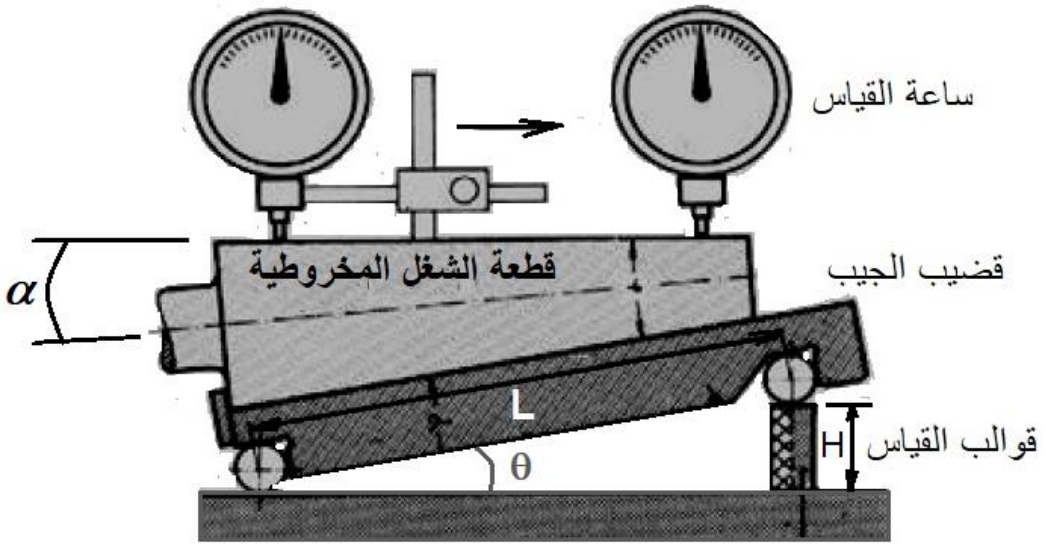
شكل رقم ١٤٨

٦. قم بقياس مجموع ارتفاعات محددات القياس H
٧. احسب الزاوية من العلاقة sin(Θ) = H/L حيث أن L هي المسافة بين مركزي البكرتين

ثانيا: قياس زاوية غير معلومة باستخدام قضيب الجيب وساعة القياس Dial indicator

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.

٢. تأكد من نظافة سطح القياس وانه مستوى تماما لضمان دقة القياس.
٣. اسند أحد البكرتين على لوح مستوي أو زهرة العلام واسند البكرة الأخرى على محددات القياس
٤. سجل قيمة البعد L الخاص بجهاز قضيب الجيب حيث ان L هي المسافة بين مركزي البكرتين
٥. اضبط قضيب الجيب القطعة sine bar ليميل بزاوية زاوية Θ المراد قياسها
٦. ضع ساعة القياس قرب حرف قطعة العمل وقم بتحريكها على طول سطح الشغلة ولاحظ أي انحرافات.



شكل رقم ١٤٩

٧. قم بزيادة أو تقليل عدد قطع محددات القياس حتى تسجل ساعة القياس القيمة" صفر" عند تحريكها من طرف إلى طرف أخر.
٨. قم بقياس مجموع ارتفاعات محددات القياس H وسجله في جدول النتائج
٩. احسب زاوية ميل المخروط (α) من العلاقة sin(Θ) = H/L

حيث أن: $\theta = \alpha = \sin^{-1}\frac{H}{L}$

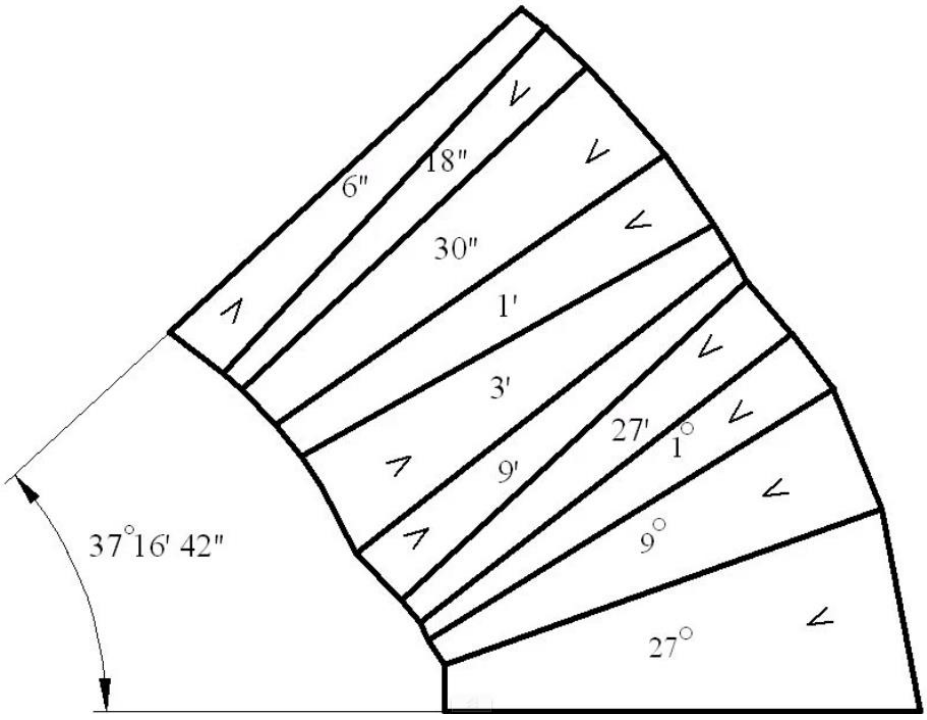
ثالثا: قياس زاوية باستخدام محددات الزوايا

تدريب: قم بأنشاء زاوية مقدارها المسجلة (٤٢" ١٦' ٥٣٧) باستخدام محددات القياس

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. تأكد من نظافة سطح القياس وانه مستوى تماما لضمان دقة القياس.
٣. قم بإحضار القطع التالية ذات الزوايا بالدرجات ٥٢٧ ، ٥٩ ، ٥١ من صندوق البلوكات ليكون ناتج مجموعها بالدرجات يساوي = ٥٢٧ + ٥٩ + ٥١ = ٥٣٧
٤. قم بإحضار القطع التالية ذات الزوايا بالدقائق ٢٧' ، ٩' ، ٣'، ١' من صندوق البلوكات ليكون ناتج مجموعها بالدقائق يساوي = ٢٧' - ٩' - ٣' + ١' = ١٦'

٥. قم بإحضار القطع التالية ذات الزوايا بالثواني ٣٠" ، ٣٠" ، ٦" من صندوق البلوكات ليكون ناتج مجموعها بالدقائق يساوي = ٣٠" + ٣٠" + ٦" =٤٢"

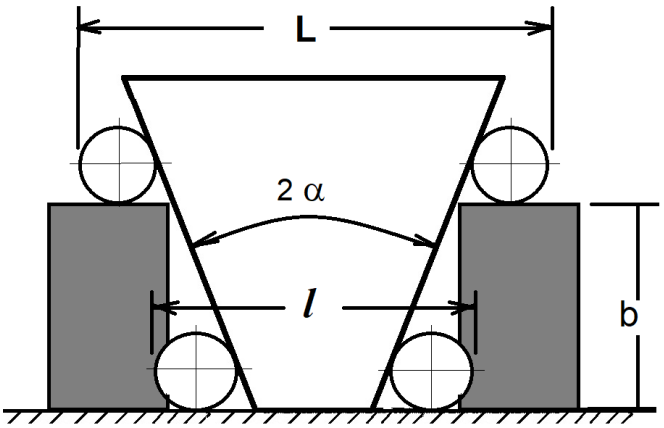
لينتج الشكل التالي من مجموعة محددات الزوايا



شكل رقم ١٥٠: مجموعة محددات القياس المستخدمة في التدريب

رابعا: قياس الزوايا بالأسطوانات والكرات Ball and rollers bar

تدريب (أ): قم بتحديد الزاوية الخارجية للمخروط الناقص المبين في شكل رقم ١٥١.



شكل رقم ١٥١: قياس زاوية المخروط الناقص

بالنظر إلى المخروط الناقص المبين في شكل رقم ١٥١ نجد أن له قاعدتان واحدة صغرى مرتكز عليها وأخرى كبرى.

٦. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.

٧. تأكد من نظافة سطح القياس وانه مستوى تماما لضمان دقة القياس.

٨. قم بقياس البعد (L) المماس للأسطوانتين عند القاعدة الكبيرة بأحد أجهزة القياس المناسبة مثل القدمة ذات الورانية.

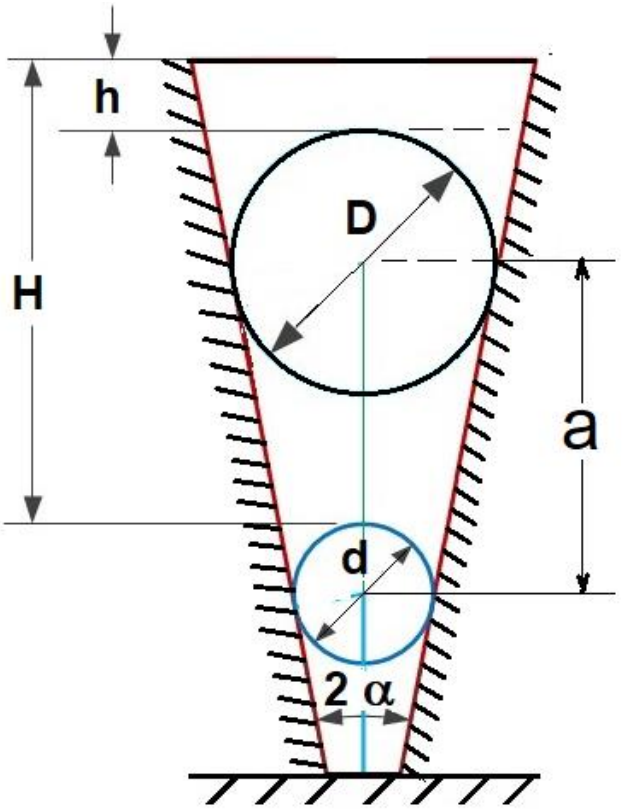
٩. قم بقياس البعد (l) عند القاعدة الصغرى بأحد أجهزة القياس المناسبة مثل القدمة ذات الورانية

١٠. حدد الارتفاع والذي سيكون نفس قيمة قالب القياس المعياري

١١. احسب الزاوية من العلاقة $tan\ \alpha = \frac{L-l}{2\ b}$

وبالتالي تكون الزاوية $\alpha = \tan^{-1}\frac{L-l}{2\ b}$

تدريب (ب): قم بتحديد الزاوية الثقب مخروطي المبين في شكل رقم ١٥٢.



شكل رقم ١٥٢: قياس زاوية الثقب المخروطي

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.

٢. تأكد من نظافة سطح القياس وانه مستوى تماما لضمان دقة القياس

٣. قم بقياس الطول H من اعلى سطح الكرة الصغيرة بجهاز قياس مناسب مثل قدمه الأعماق ذات الورانية.

٤. قم بقياس الطول h بجهاز قياس مناسب مثل قدمه الأعماق ذات الورانية من اعلى سطح الكرة الكبيرة

الكرة الصغيرة والكبيرة معروف أقطارهما، حيث أن d قطر الكرة الصغيرة، D قطر الكرة الكبيرة.

٥. قم بقياس المسافة بين مركز الكرتين بدلالة الأطوال H و h.

٦. يتم حساب الزاوية من العلاقة $\sin \alpha = \frac{d}{(2\ a-D+d)}$

وبالتالي تكون الزاوية $\alpha = \tan^{-1} \frac{L-l}{2\ b}$

حيث أن $b = H - h + \frac{(d-D)}{2}$

تسجيل النواتج

أولا: جهاز قياس الجيب

م	نوع البعد	جهاز قضيب الجيب	جهاز الجيب و ساعة القياس
١	البعد L الخاص بجهاز قضيب الجيب		
٢	ارتفاع محددات القياس H		
٣	زاوية ميل قضيب الجيب		

جدول رقم ٣٩

ثانيا: تحديد الزاوية الخارجية للمخروط الناقص باستخدام الأسطوانات والكرات Ball and rollers bar

م	نوع البعد	قيمة البعد
١	البعد (L) المماس للأسطوانتين عند القاعدة الكبيرة	
٢	البعد (l) المماس للأسطوانتين عند القاعدة الصغيرة	
٣	ارتفاع محددات القياس (b)	
٤	حساب زاوية ميل المخروط	

جدول رقم ٤٠

ثالثا: تحديد الزاوية الداخلية للثقب المخروطي باستخدام الأسطوانات والكرات Ball and rollers bar

م	نوع البعد	قيمة البعد
١	الطول (H) من فوق الكرة الصغيرة	
٢	البعد (h) من فوق الكرة الكبيرة	
٣	احسب الطول (a)	
٤	حساب زاوية ميل الثقب المخروطي	

جدول رقم ٤١

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية			
٢	يتعرف على أنواع محددات قياس الزوايا			
٣	يتمكن من استخدام جهاز قضيب الجيب لقياس الزوايا			
٤	يتمكن من استخدام محددات قياس الزوايا			
٥	يستطيع قياس زوايا جسم مخروطي أو أسطواني بساعة القياس			
٦	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام			
٧	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			

جدول رقم ٤٢

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب بالتالي:

- جهاز قضيب الجيب Sine bar وقطع شغل مخروطية

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٥ دقائق:

- قياس زاوية ميل الجسم المخروطي بشكل سليم.

قوالب القياس Gauge blocks ومعايرة القدمة والميكرومتر			
تدريب رقم	٨	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- استخدام قوالب القياس لتحديد الأبعاد الدقيقة
- استخدام قوالب القياس لمعايرة القدمة ذات الورانية والميكرومتر

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
قوالب القياس	فوطة للتنظيف
قدمة ذات ورانية	
ميكرومتر	

جدول رقم ٤٣

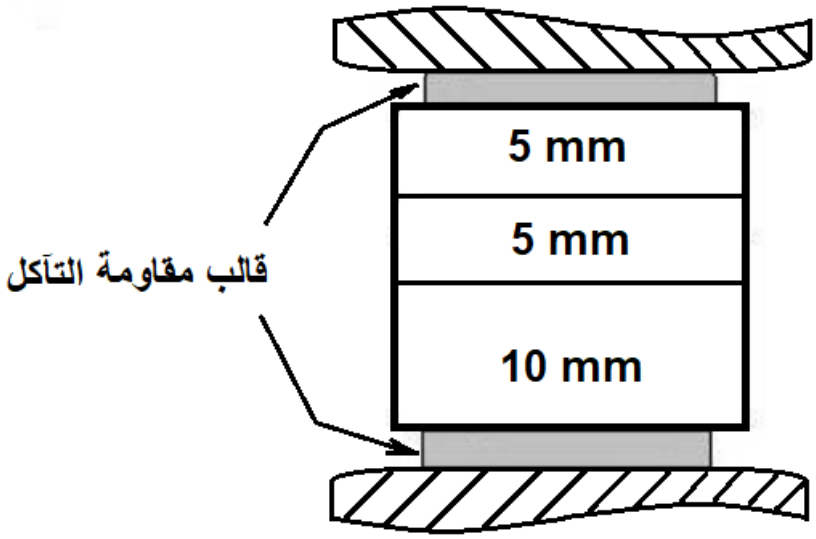
المعارف المرتبطة بالتدريب

قوالب القياس عبارة عن متوازي مستطيلات ذات أبعاد ثابتة ومصنعه من الصلب السبائكي المعالج حراريا لمقاومة التآكل والصداء حتى لا تتأثر بظروف محيط العمل من درجه حرارة ورطوبة. تتوفر قوالب القياس على شكل أطقم تحتوي على مجموعات معينه من القوالب وتكون موضوعه في صناديق خشبية للمحافظة عليها وعلى دقتها.

تستخدم محددات القياس في معايرة أجهزة القياس واختبار دقة معدات القياس وتحديد مقدار الخطاء في أجهزة القياس وكذلك تستخدم قوالب القياس في إجراء بعض عمليات القياس البسيطة.

شكل رقم ١٥٣: قولب لقياس

يتوفر مع كل مجموعة من القوالب، قالبان يسميان قالبان مقاومة التآكل (يكون كلا منهما بسمك ١مم أو ٢مم) وهما معالجان معالجة خاصة لمضاعفة مقاومتهم للتآكل نتيجة الاستعمال المتكرر والاحتكاك مع أسطح القياس، حيث يتم وضعهم بين قوالب القياس والسطح المراد قياسه لحماية قوالب القياس الأقل صلابة، ويجب إضافة سمك قالبي الحماية عن حساب البعد المقاس.



شكل رقم ١٥٤: تركيب قالبي مقاومة التآكل

ويوجد حاليا قوالب قياس حديثة مصنوعة من السيراميك (CERA blocks) المبينة في شكل ١٠. وتمتاز قوالب السيراميك بخفة وزنها ومقاومتها العالية للتآكل والتي تفوق مقاومة الصلب بعدة أضعاف ومعامل تمددها الحراري منخفض ولذلك فإن أسعارها مازالت مرتفعة المقارنة بالقوالب الصلب.

شكل رقم ١٥٥: قوالب قياس من السيراميك شديد المتانة

١- مواصفات قوالب القياس طبقا للمواصفات الدولية ISO والألمانية DIN

أ- رتبة (AA) 00 : تستخدم في المعامل و تصنيع النماذج و تبلغ دقه عالية جدا تصل الى (±0.06) ميكرون.

ب- رتبة (A) 0: تستخدم في ضبط و معايرة أجهزة القياس في المعامل و تصل دقتها الى (±0.12) ميكرون.

ت- رتبه 1: تستخدم لفحص المشغولات ذات الدقة العالية بقسم الجودة و تصل دقتها الى (±0. 2) ميكرون.

ث- رتبه 2: تستخدم لكافة تطبيقات قياس الأبعاد في الورش، و تكون دقتها في حدود (±0.45) ميكرون.

تتكون أطقم القياس من عدد معين من القوالب متدرجة الأبعاد سواء بالنظام المتري أو النظام الإنجليزي ويوضح الجدول التالي مثال لبيانات ومواصفات قوالب القياس

يكتب على سطحي قالب لقياس أبعاد القالب، وهو ذو دقة عالية تصل من 0.00006 إلى 0.00045 مم

عدد القوالب	أطوال القوالب (mm)	مقدار التزايد (الخطوة) (mm)
2	من 1.005 إلى 1.01	0.005
9	من 1.02 إلى1.10	0.01
9	من1.20 إلى1.90	0.1
10	من1 إلى10	1
2	من20 إلى30	10
1	60	30

جدول رقم ٤٤: مواصفات أحد أطقم قوالب القياس

٢- معايرة أدوات القياس

تحتاج أدوات القياس المستخدمة في الورش مثل القدمة ذات الورانية والميكرومتر إلى المعايرة الدورية وبانتظام يتناسب بدقة الأداة ومعدل استخدامها، وتستخدم من أجل ذلك محددات أو قوالب معيارية خاصة صنعت لهذا الغرض وبدقة تفوق دقة قياس الأداة المستخدمة، تكون هذه القطع عادة ضمن علب خشبية خاصة لحفظها من التلف والتشوه. تجري عملية المعايرة في جو نظيف وبدرجة حرارة ٢٠ oم ± ٠,٥ oم (درجة مئوية). يجري المسؤول عن هذه المعايرة عددا من عمليات القياس يسجل خلالها مختلف النتائج، ويحسب منها الخطأ المطلق والنسبي والانحراف، وتعاد أداة القياس مع الجدول الناتج إلى مصدرها. يستخدم مستعمل الأداة الجدول المذكور من أجل تصحيح قيم الأبعاد المقاسة بوساطتها.

٣- القواعد العامة لاستخدام قوالب القياس:

١. اختيار قالب قياس الذي يحقق اقل بعد عشري في البعد المطلوب
٢. يلى القالب الأول، قالب قياس آخر يحقق الرقم العشري التالي و هكذا حتى يكتمل البعد الكلي المراد تحديده
٣. يراعى عند اختيار القوالب أن يكون عددها اقل ما يمكن لتقليل الأخطاء المحتملة في القياس وكذلك لعدم استهلاك عدد اكبر من القوالب

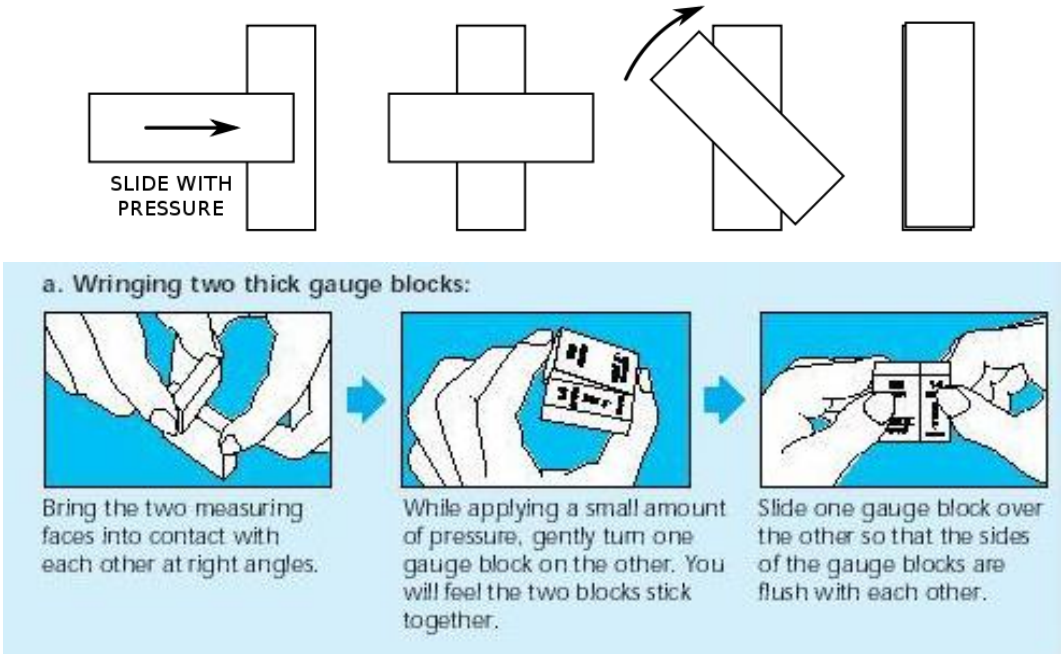
خطوات تنفيذ التدريب

أولا: تركيب بعد معين باستخدام قوالب القياس:

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. احضر قالبي القياس من صندوق القوالب
٣. تأكد من النظافة التامة للقوالب وخلوها من الأتربة والزيوت وأية شوائب ... الخ.
٤. قم بتجميع قالبين بوضع نهاية أحد القالبين على نهاية القالب الأخر بزاوية ٩٠ درجة كما هو مبين في شكل رقم ١٥٦.

شكل رقم ١٥٦: طريقة تجميع قالبين

٥. قم بعملية انزلاق سطح أحد القالبين على سطح القالب الثاني مع الضغط الخفيف حتى تشعر بالالتصاق التام للقالبين (Wringing) المراد تجميعهم.
٦. كمل تزحلق القطعة حتى تلتصق وتحازي القطعة الأولى كما هو مبين في شكل رقم ١٥٧.



شكل رقم ١٥٧: إتمام خطوات تجميع القالبين

٧. لتحديد مقاسات القوالب التي نحتاجها في تركيب المقاس المطلوب نقوم بإجراء عمليه حسابيه بسيطة على النحو التالي:

أ. نبدأ باختيار قالب القياس الذي يحقق أصغر رقم عشري في قيمة البعد المطلوب يليه قالب يحقق الرقم العشري التالي وهكذا حتى يكتمل البعد الكلي المراد تحديده.

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

تدريب محلول : مطلوب تركيب البعد 5.615 مم باستعمال قوالب القياس.

الطريقة العملية الصحيحة لتجميع القيمة 5.615 مم

١. أختر القالب الذي يحقق أصغر رقم عشري في البعد المطلوب وهو: 0.005 مم، مقاس هذا القالب هو 1.005 مم.

٢. أطرح هذه القيمة من قيمة البعد المطلوب: 5.615 - 1.005 = 4.61

٣. أختر القالب الذي يحقق الرقم العشري الأصغر أي 0.01 مم وهو 1.01 مم

٤. أطرح هذه القيمة من القيمة المتبقية: 4.61 - 1.01 = 3.6

٥. أختر القالب الذي يحقق أصغر رقم عشري وهو 0.6 مم ، مقاس هذا القالب هو 1.6 مم

٦. أطرح هذه القيمة من القيمة المتبقية بنفس الطريقة السابقة 3.6 - 1.6 = 2.0 ، لينتج آخر قالب نحتاجه وهو 2.0 مم

إذن القوالب المستعملة في تركيب البعد 5.615 مم هم : 2.0 - 1.6 - 1.01 - 1.001

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
  - 1.6
----------
   2.00
  - 2
----------
    0
```

من الأخطاء الشائعة أن يبدأ في تركيب البعد المطلوب باختيار القالب الذي يحقق أكبر رقم عشري. و لكن يجب أن تبدأ بأصغر رقم عشري (أي العدد الموجود في أقصى اليمين).

ثانيا: معايرة القدمة ذات الورانية:

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.

٢. نظف فكي القدمة ذات الورانية أو (الميكرومتر) جيدا وتأكد من عدم وجود أية أتربة أو شوائب أو شحم بالأجزاء المتحركة.

٣. حرك فكي القدمة يمينا ويسارا حتى تتأكد من عدم وجود عائق في الحركة

٤. اقفل فكي القدمة للتحقق من قراء ة الصفر (ملحوظة: في حالة القدمة ذات الساعة أو الرقمية يمكن ضبط الصفر يدويا وفكي القدمة متلامسين)

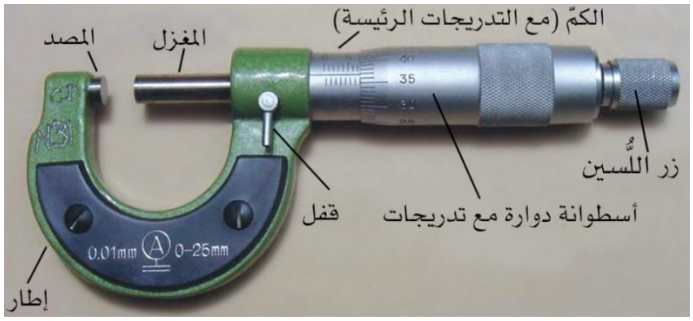
٥. ضع قالب قياس بقيمة معلومة (يمكن البدء بقالب ٥ مم كما هو موضح في شكل رقم ١٥٨ بين فكي القدمة ذات الورانية، ولا تضغط بقوة على فكي القدمة، قم بتسجيل القراءة الحقيقية على تدريج القدمة في جدول النتائج.

شكل رقم ١٥٨: وضع قالب قياس بين فكي القدمة ذات الورانية

٦. احسب الخطاء في القياس (الخطاء المطلق = القراءة الفعلية -القيمة الصحيحة للقالب)
٧. كرر الخطوتين ٥و ٦ ثلاث مرات بوضع قالب ١٠ مم ثم ١٥مم و ٢٠ مم
٨. سجل الخطاء الناتج في القراءات وتنقل القدمة لقسم الصيانة لضبطها إذا وجد بها انحراف.

ثالثا: معايرة الميكرومتر:

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بمعمل القياسات.
٢. نظف المغزل (spindle) والمصد (anvil) الخاص بالميكرومتر جيدا وتأكد من عدم وجود أية أتربة أو شوائب أو شحم بالأجزاء المتحركة.



شكل رقم ١٥٩: الميكرومتر

٣. حرك المغزل بلف الجلبة الدوارة يمينا ويسارا حتى تتأكد من عدم وجود عائق في الحركة
٤. اقفل فكي الميكرومتر من قراء ة الصفر (ملحوظة: في حالة الميكرومتر المزود بساعة أو شاشة رقمية يمكن ضبط الصفر يدويا عند تلامس المغزل مع المصد)
٥. ضع قالب قياس بقيمة معلومة (يمكن البدء بقالب ٥ مم كما هو موضح في شكل رقم ١٦٠ بين المغزل والمصد، ولا تضغط بقوة على جلبة القياس، قم بتسجيل القراءة الحقيقية في جدول النتائج.

شكل رقم ١٦٠: وضع قالب قياس بين اطراف القياس بالميكرومتر

٦. احسب الخطاء في القياس (الخطاء المطلق = القراءة الفعلية -القيمة الصحيحة للقالب)
٧. كرر الخطوتين ٥ و ٦ ثلاث مرات بوضع قالب ١٠ مم ثم ١٥مم و٢٠ مم
٨. سجل الخطاء الناتج في القراءات وينقل الميكرومتر لقسم الصيانة لضبطها إذا وجد بها انحراف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع قوالب قياس الأبعاد.			
٣	يتمكن من استخدام قوالب القياس.			
٤	يتمكن من حساب أبعاد كل قالب للقيمة المطلوبة			
٥	يستطيع تجميع القوالب المناسبة للبعد الذي تم حسابه			
٦	يستطيع معايرة القدمة ذات الورانية وتحديد الخطاء به			
٧	يستطيع معايرة الميكرومتر و حديد الخطاء به			
٨	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام.			
٩	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			

جدول رقم ٤٥

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب بالتالي:

- صندوق محددات القياس

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ١٠ دقائق:

- يحدد مقاسات قوالب القياس اللازمة لحساب البعد ٦٧,٩٨٤ مم

محددات القياس والشبلونات Gages			
تدريب رقم	٩	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- يتعرف على أنواع محددات القياس.
- استعمال محددات القياس

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
محدد دخول (GO) و لا دخول (No Go)	مشغولات بها ثقوب
محددات قلاووظ	
محدد ثقوب	
محدد اقطار	
محدد سمك	اسطح متوازية
محدد خلوص	
محدد توازي	
محدد مستوى	
محدد نصف قطر	ارتداء افرول العمل
ميكرومتر	
قدمة ذات ورانية	

جدول رقم ٤٦

المعارف المرتبطة بالتدريب

تتسم الصناعات الميكانيكية المعاصرة بأنها صناعات ذات إنتاج كمي (Production Mass) أي أنه ينتج كميات هائلة من قطع المنتج. وللتفتيش عما إذا كانت القطع مصنعة حسب المواصفات القياسية فإن عمليات القياس قد تكون غير عملية لما تتطلبه من وقت وجهد كبيرين. لذا نستعمل في هذه الحالة محددات القياس (Gages). وهي أدوات تمثيل لأبعاد أو أشكال بقيم معينة وثابتة ودقيقة جدا. باستعمال محددات القياس لا يمكن الحصول على قيم عددية للمقاس وإنما يمكن التأكد مما إذا كان البعد أو الشكل مطابقا للمواصفات. بصفة عامة، تستعمل محددات القياس لفحص واختبار المقاسات والأشكال عن طريق المقارنة وهذا قصد

الـتفتـيش عـن جـوده الـمـنـتـجـات. عادة ما تكون محددات القياس مصنعة من الصلب السبائكي الذي يعطيها خاصية مقاومة التآكل الاحتكاكي وهذا ما يسمح لها بالمحافظة على دقتها العالية لمدة زمنية أطول.

شكل رقم ١٦١: محددات القياس Gages

شكل رقم ١٦٢

١- التفاوتات والتسامحات المعيارية

قسمت المنظمة العالمية للمعايير International Standards Organization (ISO) مستوى الدقة في عمليات الإنتاج إلى عشرين مرتبة، تناسب كل منها طريقة إنتاج معينة أو تطبيقا ما. وضعت في البداية المراتب من ١ إلى ١٨، ثم أضيفت إليها المرتبتان ٠٠ و٠١ من أجل الدقة العالية.

خصصت المراتب من ٠١ إلى ٦ لمستوى الدقة المناسب لإنتاج أدوات القياس.

وخصصت المراتب من ٥ حتى ١٢ لمستوى الدقة المناسب للأعمال الهندسية المختلفة.

وخصصت المراتب من ١١ حتى ١٦ للمنتجات نصف المصنعة.

وخصصت المراتب من ١٦ إلى ١٨ للإنشاءات.

وخصصت المراتب من ١١ حتى ١٨ للانحرافات الحدية للأبعاد غير المرفقة بتسامحاتها.

يتضمن جدول رقم ٤٧ قيم الانحرافات المعيارية بواحدة الميكرون (١/١٠٠٠ مم) من المرتبة ٥ حتى المرتبة ١٢ تبعا للقيمة الاسمية للبعد.

العيار الاسمي (مم)								
180	120	80	50	30	18	10	6	أكثر من
250	180	120	80	50	30	18	10	ضمناً
مجال التسامح (ميكروميلي)								درجة التسامح الدولية
20	18	15	13	11	9	8	6	5
29	25	22	19	16	13	11	9	6
46	40	35	30	25	21	18	15	7
72	63	54	46	39	33	27	22	8
115	100	87	74	62	52	43	36	9
185	160	140	120	100	84	70	58	10
290	250	220	190	160	130	110	90	11
460	400	350	300	250	210	180	150	12

جدول رقم ٤٧

٢- أنواع محددات القياس

توجد هناك أنواع عديدة من محددات القياس التي تستعمل بكثرة في ورش التشغيل وفي المجال الصناعي.

ويمكن تصنيفها إلى:

أ- محددات قياس حدية Limit gages

ب- محددات قياس بسيطة (شبلونات) Indirect gages

أولا: محددات القياس الحدية Limit gages:

وهى عبارة عن فكين يحملان مقاسين بقيمتين محددتين (في حالة القياس الخارجي)، آو على جانبي مقبض (في حالة القياس الداخلي) ويمثل أحد القياسين الحد الأعلى للبعد المطلوب التحقيق منه،

وتعرف قيمة التفاوتات بالميكرون، (الميكرون =٠,٠٠١ ملليمتر) كما يمثل القياس الآخر الحد الأدنى لنفس البعد ويكون الفرق بين هذين المقاسين هو مقدار التجاوز أو الانحراف للقياس النموذجي. تسمح هذه المحددات بالتأكد بطريقة سريعة وسهلة فيما إذا كان بعد القطعة المقاسة في نطاق حدي التجاوز المطلوب (أو التفاوت المسموح به).

ويعتبر الجزء المراد فحصه مقبولا" إذا مر بأحد قياسي المحدد ولم يمر بالقياس الآخر و ومرفوضا "إذا مر بالقياسيين معا" حسب نوع القياس آي في حالة القياس الداخلي أو خارجي (ومن هنا جاءت تسمية هذه المحددات بمحددات دخول ولا دخول (Go , Not Go Gauges)

من أهم هذه المحددات نجد محددات القياس السدادية التي تستعمل لفحص تفاوتات الثقوب، ومحددات القياس الفكية (لفحص أقطار الأعمدة)، ومحددات قياس اللوالب السدادية (للقلاووظ الداخلي) ومحددات قياس اللوالب الحلقية.

شكل رقم ١٦٣

(أ) محدد قياس السدادية Plain Cylindrical gages

تستعمل محددات القياس السدادية ذات الجانبين ثنائية الطرف في مراجعة و فحص قياس الأقطار الداخلية للمشغولات الدقيقة ما بين ٠,٧٥ : ١٥٠ مم، يعرف الجانب السماحى الدخول Go بأنه أطول من الجانب الآخر اللاسماحى آو اللا دخول Not Go وشكل رقم ١٦٤ يوضح محددات قياس سداديه ذات جانبين ثنائية الطرف ويلاحظ وجود ثقب صغير بكل منها لطرد الهواء الذي ينضغط أمام محددات القياس السدادية، أثناء عملية فحص الثقوب الغير نافذة.

شكل رقم ١٦٤: محددات القياس السدادية

(ب) محددات قياس فكية Snap gages:

تتكون محددات القياس الفكيه ذات الطرفين من حلقتين متقابلتين وهما الطرف السماحي والطرف اللاسماحي لقياس الأقطار الخارجية، وأحيانا تتكون من حلقة واحدة أي أن الطرف السماحي والطرف اللاسماحي يوجدان وراء بعضهما البعض على نفس الحلق (الساق) مما يقلل من وقت الاختبار.

ينقش المقاس الأزواجي لمحددات القياس الحدية مثل H7 42 على سطح معد لذلك. ويوضع كل من انحرافي المقاس مقدرا بالميكرون µm، علي الجوانب المناظرة لكل منهما في الحدان، كما يميز وضعها بالنسبة لخط الصفر من خلال العلامات (+) أو (صفر) أو (-).

(ج) محدد فحص اللوالب (الحلقي والسدادى) Thread Gages:

تصنع محددات فحص القلاووظ من نوع خاص من الصلب مقاوم للتآكل بالبرى وتعالج حراريا لرفع صلادتها والتي تصل إلى ٦٠ روكويل ثم يجلخ القلاووظ ويكفى الفحص بالمحددات للولب للحكم على القلاووظ بأنه مقبولا أو مرفوض حيث يكون الطرف السماحى للمحدد طويل ويجب أن يربط بالكامل ذلك للتأكد من خطوة القلاووظ أما الطرف اللاسماحى فهو قصير ولا يجب أن يمر داخل الشغلة. غير انه يمكن أن تكون هنالك أخطاء في الأبعاد التفصيلية للولب ماو رغم استيفائه لقم محدد القياس

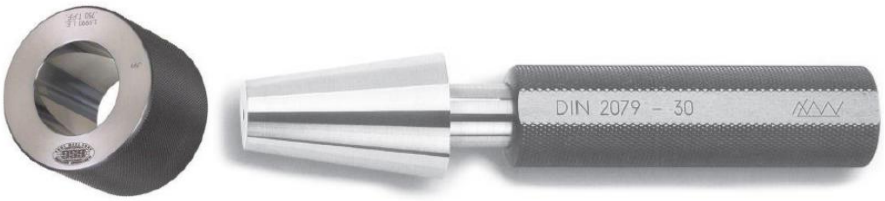
ولفحص اللوالب الخارجية تستخدم محددات فحص اللوالب الحلقية.

أما اللوالب الداخلية فتستخدم محددات فحص اللوالب السدادية ويميز كل من المحدد الحلقي اللاسماحي والطرف اللاسماحي للمحدد السدادي باللون الأحمر. غالبا ما يتعرض الطرف السماحي للمحددات الحلقية أو السدادية للتآكل والاستهلاك قبل الطرف اللاسماحى

شكل رقم ١٦٥: محددات فحص لوالب حلقية و سداسية Thread and Ring gages

(د) محددات فحص السلبة (الاستدقاق) Taper gages

تستخدم هذه المحددات لفحص السلبة الدائرية الخارجية ويسمى محدد فحص استدقاق سدادي أو الداخلية و التي تسمى محددات فحص استدقاق حلقى.



خصائص محددات القياس الطرف السماحي (دخول GO) والطرف اللاسماحي (لا دخول NOT GO)

تستعمل هذه المحددات للاختبار البسيط للمرور أو الفشل في المرور للمشغولات لقطر معين. وهذه المحددات هي الأنسب للعاملين الغير مهرة عند اختبار وفحص مشغولات عديدة

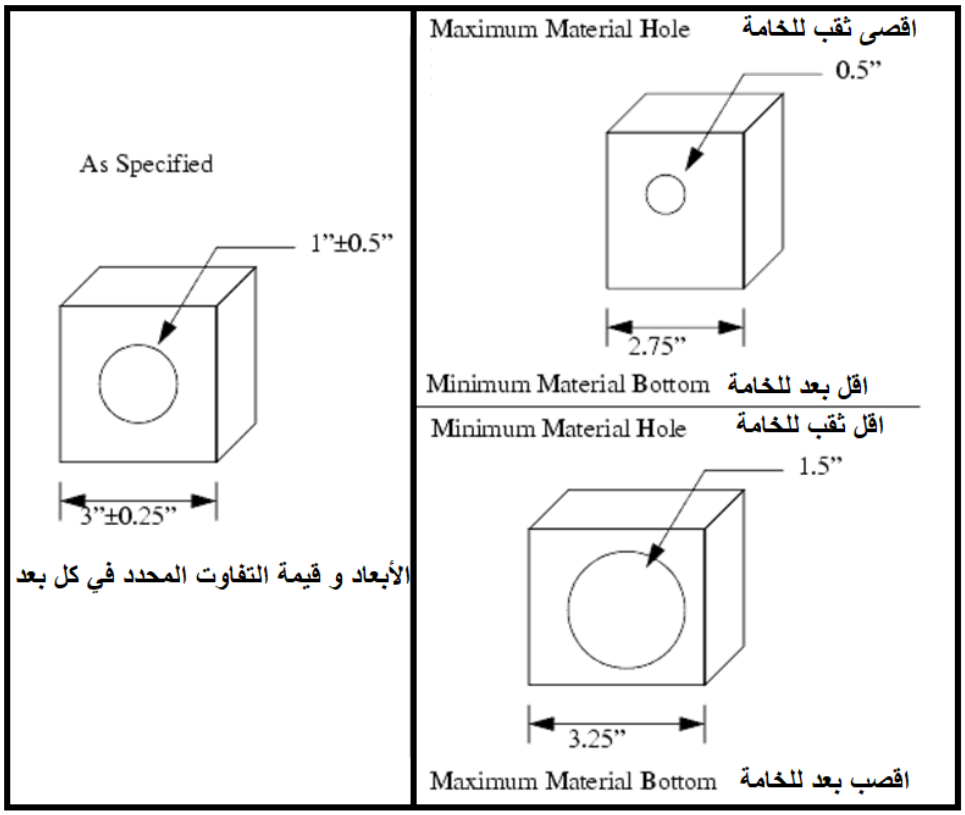
المحدد ذو الطرف دخول (GO) يصنع بقطر يناسب الحد الأقصى لقطر لشغلة المراد فحصها، ويجب أن يتمكن من الانزلاق كاملا داخل الثقب المراد اختباره دون أيه عوائق. المحدد اللاسماحي (No Go) مصنع ليكون تقريبا عند اقل ظروف للمشغولة. ولا يجب أن يمر في المشغولة.

تصنع المحدات السماحية واللاسماحية بتفاوت يصل إلى ١٠% من قيمة التفاوت المسموح به للشغلة.

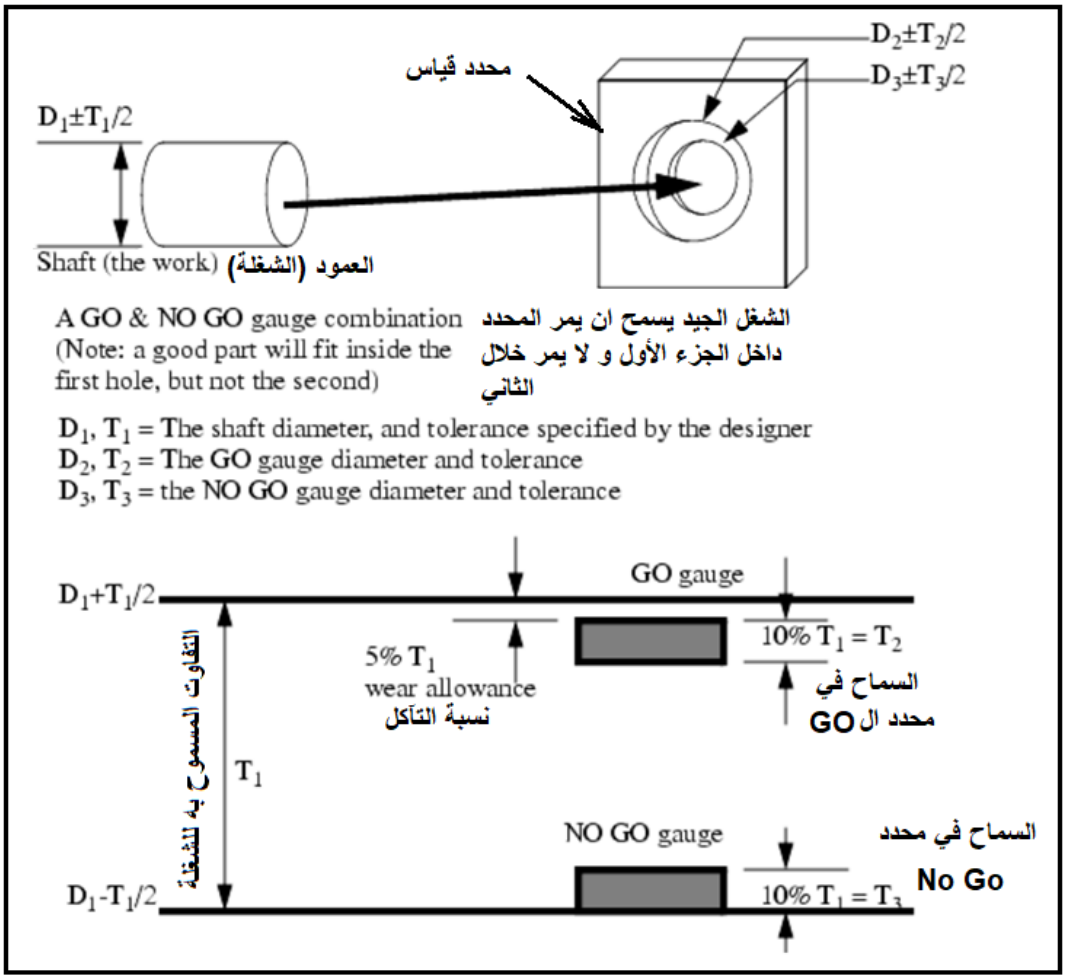
يستخدم مصطلح اقل حد للشغلة terms minimum metal condition واقصى حد للشغلة maximum metal condition لوصف التفاوت الخاص بالشغلة، في حالة الثقوب المنشاة بالمثقاب يكون اقصى حد للشغلة maximum metal condition عندما يكون الثقب صغير ولم يتم إذالة كمية المعدن المناسب، أما اقل حد للشغلة minimum metal condition يكون عندما تم الثقب و توسيع الثقب عن المطلوب بإزالة لكثير من المعدن. ويعرف التفاوت انه الفرق بين الحد الأعلى والحد الأقل للشغلة.

أما إذا كان الوصف السابق لقطعة ذات قطر خارجي كالأعمدة فيكون اقصى حد للشغلة maximum metal condition هو البعد أو القطر الأكبر واقل حد للشغلة minimum metal condition هو أقل قطر أو بعد.

المحدد ذو الطرف السماحي (GO) ممكن أن يناسب أحد الفتحات الداخلية أو الخارجية بينما المحدد اللاسماحي (No Go) لا يمر. أما إذا لم يمر المحدد Go في الشغلة سواء داخليا أو خارجيا فهذا يعني أن التفاوت اعلى من القيمة القصوى المسموح بها للمشغولة. أما إذا مر المحدد (Not Go) بفتحة الشغلة فهذا يبين أن التفاوت اقل من الحد الأدنى المسموح به للشغلة.



شكل رقم ١٦٦: القيم المسموح بها للتفاوت للشغلة



شكل رقم ١٦٧: محدد قياس القطر الخارجي للعمود

نصائح مهمة للاستعمال الصحيح لمحددات القياس الحدية

من أهم مميزات محددات القياس هي دقتها الجيدة وسهولة استعمالها في عمليات الفحص على أبعاد القطع المصنعة. حتى يمكن المحافظة على هذه الميزات خلال عملنا بهذه الأدوات ينصح بمراعاة ما يلي:

- علينا دائما تنظيف القطعة التي نريد فحصها بالمحدد.
- لا يسمح بضغط المحددات السدادية أو الفكية وإدخالها بالقوة داخل القطعة المفحوصة. استعمل تأثير الوزن الذاتي للمحدد حتى يدخل داخل القطر المراد فحصه.
- عند استعمال محددات القياس بطرفين نبدأ دائما بالجانب اللاسماحي ومنه تكون لدينا إحدى الاحتمالات التالية:

١. عند دخول محدد القياس من الجانب اللاسماحي تعتبر القطعة غير مطابقة للمواصفات ويمكن اعتبارها تالفة ولا يمكن إعادة تشغيلها من جديد.
٢. إذا لم يدخل المحدد من الطرفين اللاسماحي والسماحي نعتبر القطعة مرفوضة ولكن يمكن إعادة تشغيلها.
٣. عدم دخول المحدد من الطرف اللاسماحي ودخوله من الطرف السماحي، تكون القطعة مطابقة للمواصفات وضمن نطاق التفاوت المسموح به.

عند استعمال محددات القياس السدادية نبدأ بإدخال الطرف السماحي إلى أبعد حد ممكن داخل الثقب حتى نتأكد من أن أبعاد الثقب لا تتغير.

ثانيا: محددات القياس البسيطة

تستعمل هذه المحددات للفحص السريع والدقيق لأشكال وأبعاد القطع. من أكثر هذه المحددات استعمالا نجد محددات قياس خطوة القلاووظ الداخلية والخارجية، محددات قياس سمك الثقوب، ومحددات الاستدارة، ومحددات قياس الثقوب الصغيرة والمحددات التلسكوبية التي تستعمل بكثرة في نقل أبعاد الأقطار ومقارنتها مع جهاز القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر أو قوالب القياس.

وفيما يلي بعض الأنواع الشائعة للمحددات البسيطة

١. محددات قياس تلسكوبيه Telescopic gages
٢. محددات (مجسات) قياس السمك Thickness gages
٣. محددات قياس خطوة و زاوية القلاووظ Thread gages
٤. محددات قياس الأقطار (محددات Starrett) Taper gages
٥. محددات قياس البنط Drill gages
٦. محددات قياس نصف القطر Radius Gages
٧. محددات قياس الثقوب Small hole gages

٨. محددات قياس الخلوص Feeler Gauges

٩. محددات قياس الشكل Profile Gauges

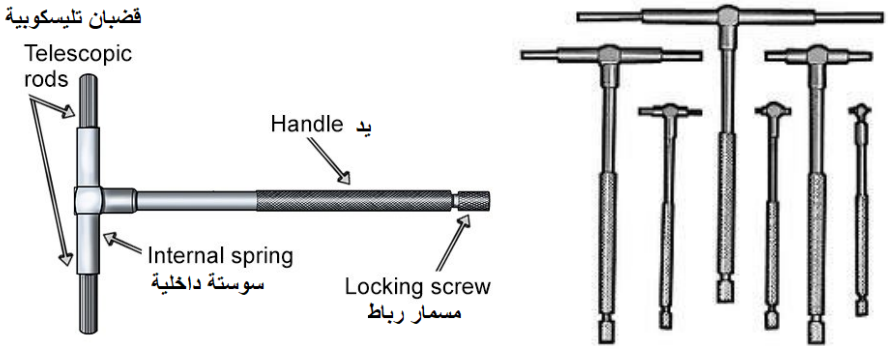
١٠. محددات (المتوازيات القابلة للضبط Adjustable parallels)

١١. محدد المستوي Planer Gage

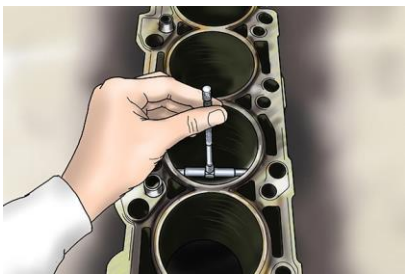
١٢. محددات قياس الثقوبSmall hole gages

أ- محددات قياس تلسكوبيه Telescopic gages

تستعمل بكثرة في نقل اقطار الثقوب الداخلية ثم تحديد القياس على جهاز ميكرومتر أو القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر، وتتواجد في أطقم بأبعاد مختلفة.



شكل رقم ١٦٨: محدد قياس تلسكوبي



شكل رقم ١٦٩: استعمال محدد قياس تلسكوبي لقياس قطر ثقب في أسطوانة محرك

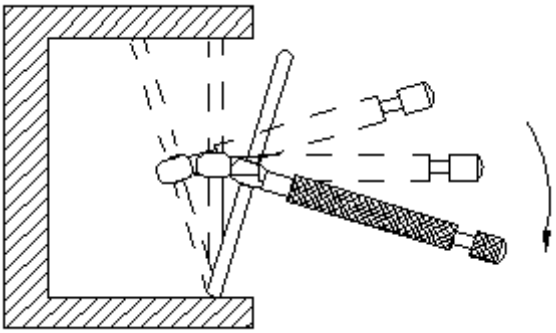
خطوات تنفيذ التدريب

خطوات تنفيذ التدريب (المحدد التلسكوبى)

١. اختر المقاس المناسب للثقب المراد قياسه.

٢. اضغط عواميد التليسكوب plungers للداخل واربط مسمار الأحكام بشكل خفيف حتى لا تخرج مرة أخرى. لا تزيد ربط مسمار الإحكام عن اللازم لتثبيت عمود التليسكوب في مكانه.

٣. ادخل محدد الثقوب داخل فتحة الثقب بميل خفيف ثم افتح مسمار الأحكام حتى تخرج أطراف التليسكوب للخارج وتتلامس مع جوانب فتحة الثقب، واربط مسمار الإحكام مرة أخرى.



شكل رقم ١٧٠: استخدام المحدد التلسكوبي

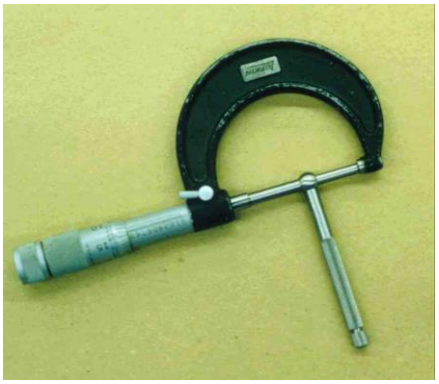
٤. زحزح الزراعين حتى تمر بالمركز وبشكل قطري علية لتعطي القيمة الصحيحة للقطر، وتأكد من ربط مسمار الإحكام بقوة مناسبة. المحدد مصمم بحيث يتمركز داخل قطر الفتحة.

شكل رقم ١٧١: وضع محدد الثقوب بشكل متعامد داخل الثقب

في حالة قياس المجاري أو اسطح عدلة، يجب تحريك المحدد بحرية للتأكد من تعامده على السطح المراد قياسه لتسجل اقطر طول بين السطحين.

٥. اخرج محدد القياس من الثقب بعناية

٦. قم بقياس قيمة البعد بين زراعي محدد القياس بواسطة الميكرومتر بتحريك سندان الميكرومتر ليلامس زراعي المحدد بدون الضغط بقوة حتى لا يتحرك الذراع وتفقد القيمة الحقيقية للقطر.



شكل رقم ١٧٢: قياس القطر باستخدام ميكرومتر

٧. قم بعمل قراء مرة أخرى عن طريق تكرار الخطوات من ٢ إلى ٦، للتأكد من القيمة المقروءة

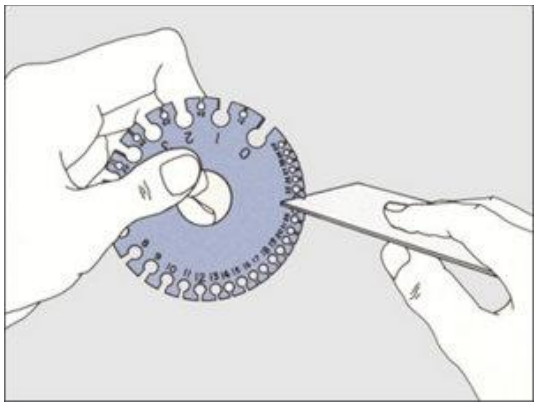
ب- محددات (مجسات) قياس السمك Thickness gages :

تستخدم للتفتيش عن سمك مجرى في قطعة ميكانيكية كما هو مبين في الشكل وقياس سمك الألواح المعدنية.

شكل رقم ١٧٣: محدد قياس سمك الألواح المعدنية

خطوات تنفيذ التدريب (محدد قياس السمك)

١. تطبق قواعد السلامة والأمان بارتداء قفازات اليد.
٢. يتم إدخال احد الفتحات الموجودة بمحدد قياس السمك في طرف اللوح المعدني، مع التأكد من عدم وجود خلوص في الفتحة.



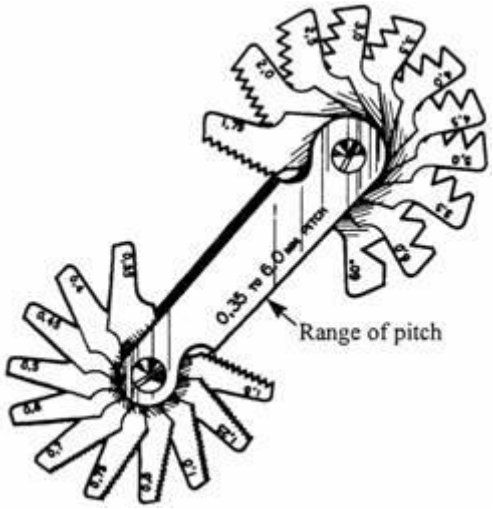
شكل رقم ١٧٤: إدخال محدد قياس السمك بطرف اللوح المعدني

٣. قم بقراءة القيمة المسجلة على محدد السمك بجانب الفتحة
٤. اخرج محدد القياس حاول إدخال الفتحة الأصغر، اذا لم تتمكن من إدخالها فتكون القيمة السابقة هي سمك لوح المعدن.

ت- محددات قياس خطوة وزاوية القلاووظ Thread gages:

وهي عباره عن شراح من الصلب تستعمل لمعرفة خطوة القلاووظ ولها طرفان أحدهما للقلاووظ الإنجليزي والآخر للفرنسي كما يوجد قدود قياس تستخدم عند سن العدد التي تستخدم في تصنيع اللولب كما في حالة أقلام خراطة اللوالب. يتم عدد أسنان القلاووظ في البوصة threads per inch (TPI) وبالتالي يسهل الحصول على الخطوة من معرفة عدد الأسنان المقاسة.

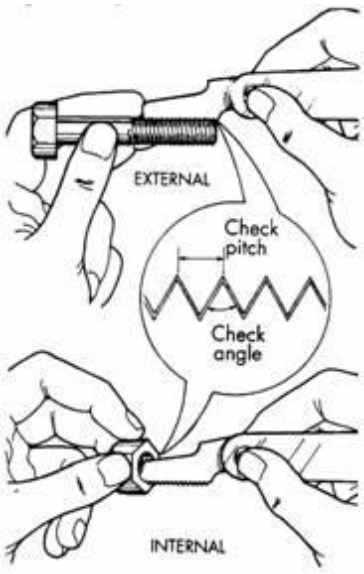
شكل رقم ١٧٥: محدد قياس سن القلاووظ



شكل رقم ١٧٦

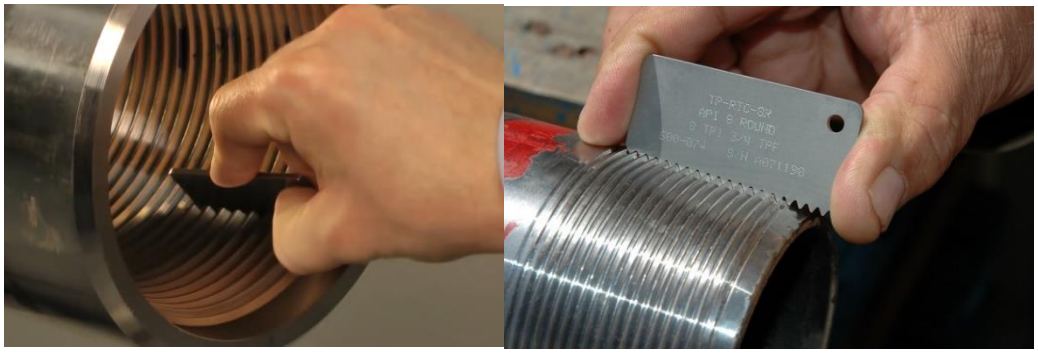
خطوات تنفيذ التدريب (محدد قياس القلاووظ):

١. تطبق قواعد السلامة والأمان.
٢. قم بوضع الرأس المدبب داخل أحد أسنان القلاووظ لقياس ميل زاوية السنة.
٣. قم باختيار المشط المناسب لنوع القلاووظ (متري، إنجليزي، آكم ... الخ)
٤. ضع المشط على أسنان القلاووظ سواء قلاووظ داخلي أو خارجي وقم بتحريكه لأعلى ولأسفل على سن القلاووظ. يمكن الاستعانة بضوء كشاف في الناحية العكسية، إذا مر ضوء من خلال الأسنان ومشط قياس الخطوة فيدل ذلك على عدم دقة القلاووظ، أما إذا لم يمر ضوء فيكون سن القلاووظ مضبوط تماما



شكل رقم ١٧٧: قياس خطوة القلاووظ الداخلي والخارجي

٥. قم بتكرار خطوة ٤ في أماكن مختلفة على سن القلاووظ المراد فحصة للتأكد من سلامته.



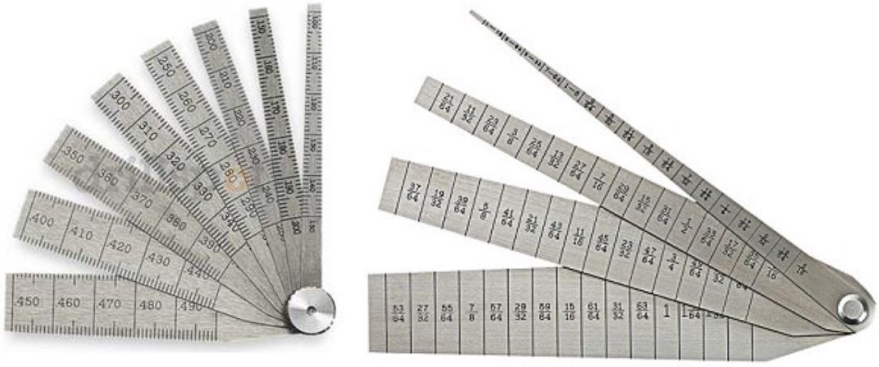
شكل رقم ١٧٨: اختبار الأسنان الداخلية و الخارجية في أماكن مختلفة

٦. قم بقراءة القيمة المسجلة على محدد القلاووظ وسجلها في النتائج.

٧. سجل مشاهداتك عند فحص القلاووظ.

ث- محددات قياس الأقطار (محددات Taper gages (Starrett

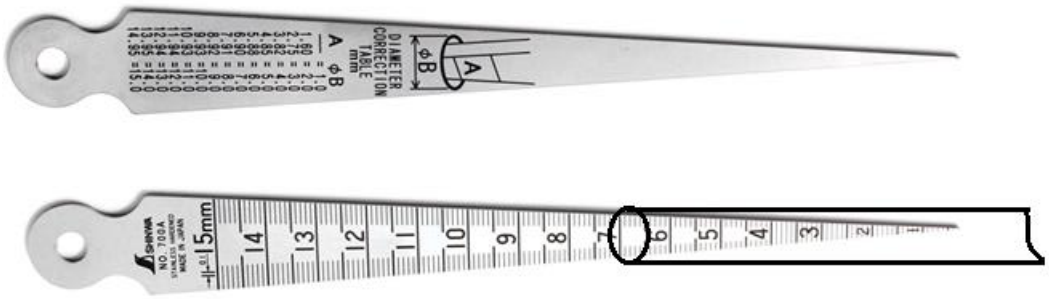
مصنعة من الحديد الصلب المعالج ولها تأثير السوسته، وهي مصممة لسرعة فحص الأقطار لداخلية للمواسير والثقوب وتستخدم أيضا لقياس عرض المجاري وضبط أجهزة لقياس كالقدمة ذات الورانية والسلبة الموجودة بها تسمح بقياس ندى واسع من الأقطار.



شكل رقم ١٧٩: محدد Starrett لقياس الأقطار

خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد قياس الأقطار):

١. اختر الشريحة المناسبة للمجرى أو الثقب المراد قياسه
٢. ادخل الشريحة داخل الثقب، ثم انظر بشكل متعامد على حافة الثقب والقيمة المناظرة لها على الشريحة المعدنية المدرجة بشكل عرضي
٣. سجل القيمة التي تظهر على الشريحة تحت الرمز (A)



شكل رقم ١٨٠

٤. اخرج الشريحة وراجع القيم المنقوشة على الجهة الأخرى وقم بتحديد القيمة المناظرة للرمز (A) من الجدول المنقوش على الشريحة بعد إضافة معامل التصحيح لتحديد قيمة القطر الحقيقي (B)

شكل رقم ١٨١: القيم المقاسة A و ما يساويها لقطر الثقب B

ج- محددات قياس البنط Drill gages

تستعمل محددات البنط لتحديد القطر المناسب، أو فحص طول الحد القاطع و زاوية الرأس لأنواع مختلفة من البنط كما هو مبين في شكل رقم ١٨٢.

شكل رقم ١٨٢: قياس طول الحد القاطع و زاوية الرأس

خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد قياس البنط):

١. ضع البنطة المراد فحصها على محدد القياس المنقوش عليه قيمة الزاوية سواء كانت زاوية (٦٠، ٩٠،١٣٠، ١٣٥، ١١٨ ... الخ)

شكل رقم ١٨٣: محدد البنط الشامل لقياس البنط drill gages

٢. تأكد من انطباق شطف البنطة مع زاوية محدد البنط، ثم قم بتسجيل قيمة الزاوية

٣. قم بقياس طول الحد القاطع المنطبق على حافة محدد الزاوية وسجل القيمة بجدول النتائج.

شكل رقم ١٨٤: محدد قياس قطر البنط drill gauges

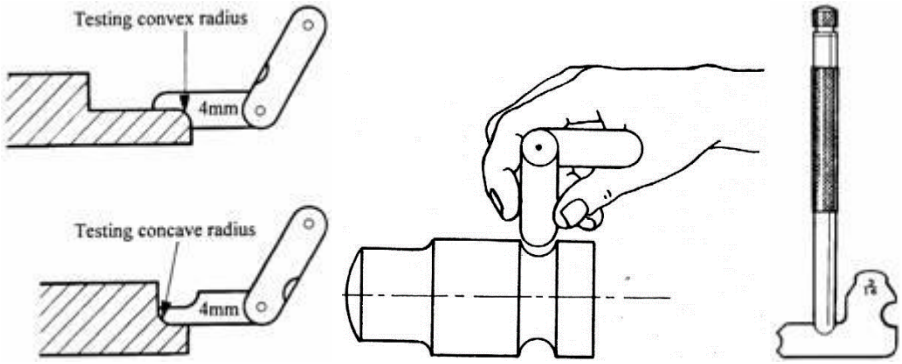
٤. ادخل البنطة في أحد فتحات محدد قياس قطر البنط للحصول على قطر البنطة المجهول وتسجيله في جدول النتائج.

ح- محددات قياس نصف القطر Radius Gages

تستخدم لفحص قطر الدوائر الخارجية والداخلية. وهي عبارة عن رقائق من الصلب لها تقعر convex داخلي (لقياس الأقطار الخارجية) أو تحدب concave خارجي لقياس الأقطار الداخلية، ويرقم على كل ورقة رقم القطر الذي يمكن قياسه وتسمى محدد الحلية fillet gauge

خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد قياس نصف القطر):

١. ضع محدد نصف القطر المناسب للمنحنى المطلوب تحديد قياس صف قطرة سواء كان المنحنى مجوف أو بارز للخارج.

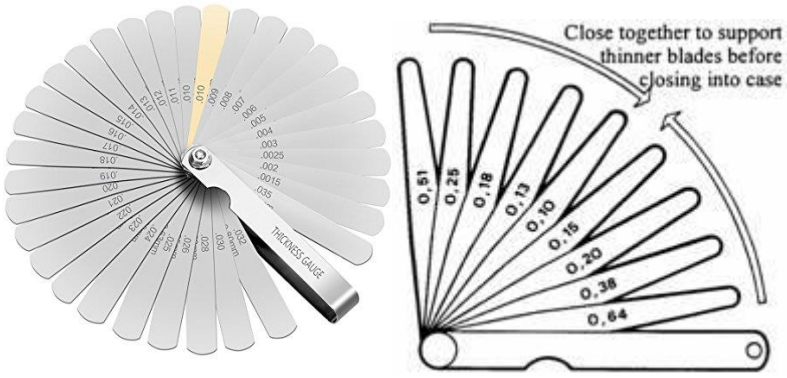


شكل رقم ١٨٥: محدد نصف القطر

٢. سجل قيمة نصف القطر في جدول النتائج

خ- محددات قياس الخلوص Feeler Gauges

تستخدم هذه المحددات لقياس الخلوص بين الأسطح المتماسة ولقياس عرض المجاري الصغيرة جدا، فيمكن بواسطتها قياس خلوص من ٠,٠٥ مم إلى ١مم. ويمكن استخدامها لضبط الخلوص المطلوب عند تجميع الأجزاء.



شكل رقم ١٨٦: محدد قياس الخلوص

شكل رقم ١٨٧: تحديد سمك مجرى في قطعة ميكانيكية

خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد قياس الخلوص):

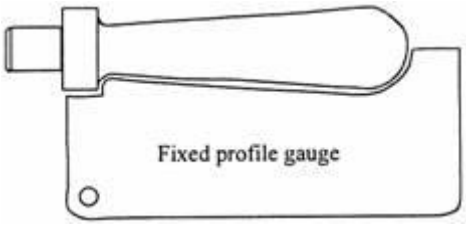
١. اختر محددا لخلوص المناسب للفراغ المطلوب قياسه، وجرب مجموعة من الأمشاط حتى تجد المناسب منها.

شكل رقم ١٨٨: الاستعمال الصحيح للfiller

٢. ضع محدد قياس الخلوص داخل الفراغ المطلوب تحديد قيمته، مع مرعاه الضغط برفق من اعلى إلى أسفل كما هو مبين بالشكل، ولا يدخل المشط بشكل عمودي حتى لا يتعرض للثني ويتلف.

د- محددات قياس الشكل Profile Gauges

تستخدم لمقارنة الأشكال بعد تصنيعها، قد تكون ثابتة الشكل أو قابلة للضبط. بالنسبة للأنواع القابلة للضبط، يتم ضبطها أولا على الشكل الرئيسي ثم تقارن الى الشكل المطلوب حسب مقاسة وشكله تطابقه مع الضبعة



شكل رقم ١٨٩: محددات الأشكال

ذ- محددات (المتوازيات القابلة للضبط Adjustable parallels)

هي عبارة عن قطعتين مسلوبتين مثبتين معا بوصلة تعشيق dovetail joint. تتغير المسافة بين السطحين الخارجيين المتوازيين بتحريك القطعتين المتماستين على السطح المائل. تستعمل لضبط المشغولات عند

تثبيتها على الماكينات أو لنقل الأبعاد الصعبة والغير المتاحة لأجهزة القياس العادية. وهي عبارة عن أطقم من مجموعة محددات.

شكل رقم ١٩٠: أطقم محددات توازي الأسطح

كل قطعة من محدد المتوازيات المتقابلة لها مدى لقياس البعد بين سطحين متوازيين كما هو مبين في الشكل التالي من ٢/١ (عند اقصى فتحة مسموح بها) إلى ٨/٣ بوصة (عندما تكون القطعتين فوق بعضهما بالضبط "وضع الغلق")

شكل رقم ١٩١: محدد توازي مبين علية القيم الصغرى والكبرى التي يمكن قياسها.

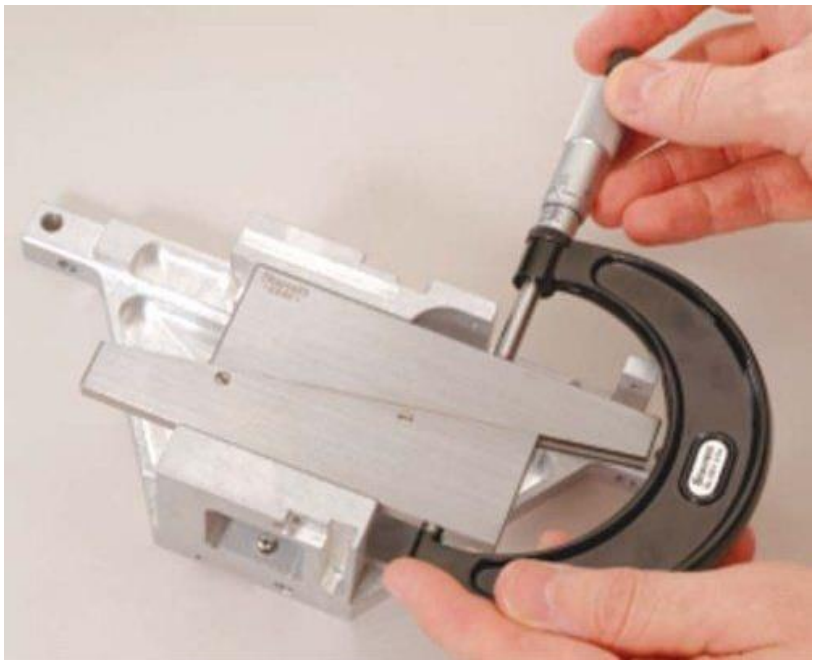
تستخدم لنقل البعد بين سطحين متوازيين، أو لرفع مستوى جهاز قياس الجيب لقياس الزاوية المبين في الشكل التالي.

شكل رقم ١٩٢

خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد قياس المتوازيات):

١. اختر محدد التوازي المناسب للمجرى المطلوب قياسها، فك مسمار الأحكام لموجود في وسطها، يمكن تجربة مجموعة من المحددات حتى تجد المناسب منها.

٢. زحلق أحد قطعتي المتوازيات حتى تلامس السطح المطلوب قياس عرضة حتى يحدث انطباق تام بين السطحين



شكل رقم ١٩٣: قياس البعد المسافة الخارجية لمحدد التوازي

٣. اربط مسمار الأحكام بعد التأكد من تمام التلامس

٤. اخرج محدد التوازي برفق، أو اتركه في مكانه وقم بقياس البعد الخارجي بواسطة الميكرومتر.

شكل رقم ١٩٤: قياس المسافة الخارجية لمحدد التوازي بجهاز ميكرومتر دقة ٠,٠٠٥

ر- محدد المستوي Planer Gage

عن طريق هذه المحددات يمكن نقل الأبعاد بدقة عالية ومن ثم مقارنة هذه الأبعاد مع جهاز قياس دقيق مثل القدمة ذات الورنية أو الميكرومتر كما هو موضح في الأشكال التالية.

غالبا ما يستخدم محدد المستوى في نقل الأبعاد. بتحريك الجزء المنزلق وتثبيته في الوضع أو البعد المطلوب عن طريق مسمار الأحكام

شكل رقم ١٩٥: محدد المستوى لقياس ارتفاع السطح على المقاشط

خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد المستوى):

١. اضبط البعد المطلوب باستخدام الميكرومتر كما هو مبين في الشكل، مع مراعاة تزحلق الجزء العلوي حتى يسمح بدخول محدد المستوى داخل فكي الميكرومتر.

شكل رقم ١٩٦: ضبط البعد المطلوب باستخدام ميكرومتر

٢. ضع محدد المستوى على زهرة العلام، وقم بضبط الشنكار عن طريق ملامسة سن شوكة العلام مع سطح محدد المستوى كما هو مبين في الشكل.

شكل رقم ١٩٧: ضبط ارتفاع شوكة العلام

ز- محددات قياس الثقوب Small hole gages :

تستخدم هذه المحددات للقياس السريع والدقيق للثقوب الصغيرة التي لا يمكن قياسها بأجهزة القياس العادية، ويتكون طقم محددات الثقوب عادة من أربعة قطع، بمدى يتراوح من ٠,١٢٥ إلى ٠,٥. وتستخدم محددات قياس الثقوب لنقل الأبعاد من الثقوب الضيقة وتحديد قيمتها بوضعها على الميكرومتر أو القدمة ذات الورانية وقراء البعد المجهول.

شكل رقم ١٩٨: محددات الثقوب و تحديد قيمة القطر عن طريق الميكرومتر

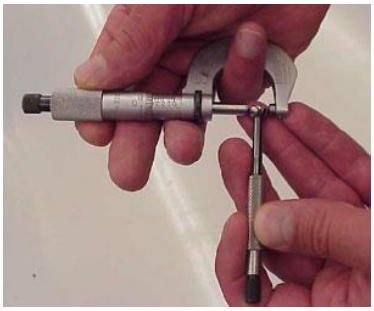
خطوات تنفيذ التدريب (لمحدد الثقوب الصغيرة):

١. اختر المحدد المناسب للثقب المراد قياسه.

٢. ادخل المحدد في الثقب ولف جلبة السقاطة المحدد الموجودة في نهايته العليا والتي تقوم بسحب جزء مخروطي داخل طرف المحدد ليسمح بتباعد أطرافها، قم بتدوير الجلبة حتى تتأكد من عدم وجود خلوص بين المحدد والثقب.

شكل رقم ١٩٩: إدخال محدد الثقوب داخل التجويف

٣. اخرج المحدد وقم بقياس طرف المحدد بوضعه بين فكي الميكرومتر، ثم قم بتسجيل القيمة في جدول النتائج.



شكل رقم ٢٠٠: قياس البعد المقاس بطرفي محدد الثقوب

٤. كرر الخطوتين ٢و ٣ حتى تتأكد من سلامة وصحة لقيمة التي قمت بقياسها.

تسجيل النواتج

محدد الثقوب	محدد القلاووظ	محدد السمك	محدد البنط	محدد الخلوص	محدد التوازي	محدد المستوى	محدد الثقوب

جدول رقم ٤٨

المشاهدات

قم بتسجيل ما تشاهده عند العمل مع كل محدد على حدة

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع محددات القياس.			
٣	يتمكن من استخدام محددات القياس GO.			
٤	يتمكن من استخدام محددات قياس Non Go			
٥	يعمل بإتقان			
٦-	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			
٧	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٨	يحافظ على أدوات القياس اثناء وبعد الاستخدام.			

جدول رقم ٤٩

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب بالتالي:

- مجموعة من المحددات والشبلونات

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ١٠ دقائق:

- يتعرف على نوع وظيفة كل محدد قياس

قياس خشونة الأسطح Surface Roughness			
تدريب رقم	١٠	الزمن	٨ ساعات

أهداف

فحص خشونة لأسطح

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ارتداء افرول العمل	لا يوجد

جدول رقم ٥٠

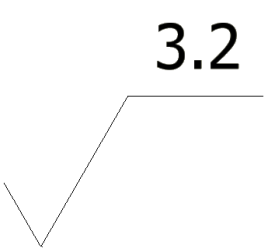
المعارف المرتبطة بالتدريب

تعتبر جودة تشطيب الأسطح (surface finish) إحدى المتطلبات الأساسية في قطع المحركات والآلات الطاقوية، إذ من خلال ضمان نعومة السطح يمكن الحصول على ما يلي:

١. التقليل من الاحتكاك بين القطع المتحركة وبالتالي تخفيض درجة الحرارة والسهولة في الحركة.
٢. التقليل من التآكل بين القطع المتحركة.
٣. التقليل من إجهادات الكلل للمعادن (Fatigue Strength)

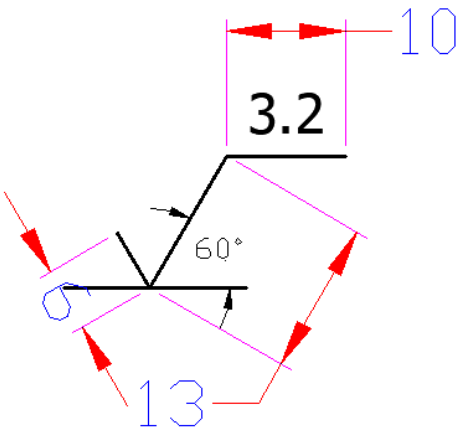
نظرا لهذه الأهمية يتوجب على الفني والمهندس الميكانيكي الإلمام بطرق قياس وفحص خشونة الأسطح للمشغولات والقطع، فمن خلال هذا الباب سنتطرق إلى المفاهيم الأساسية عن خشونة الأسطح وتطبيقاتها الصناعية وطرق قياسها وفحصها.

- علامات خشونة الاسطح



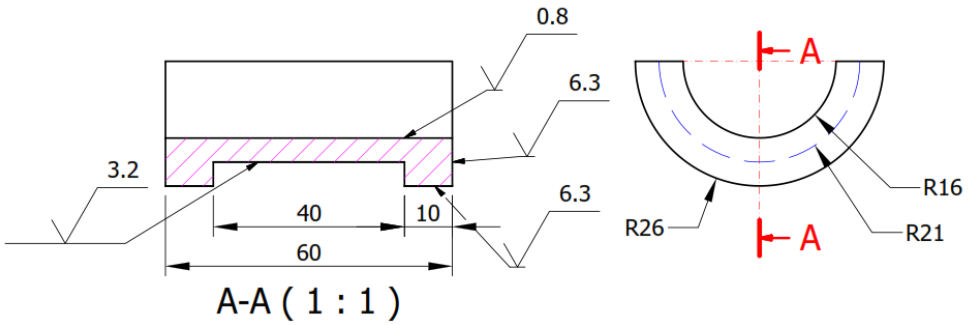
شكل رقم ٢٠١: طريقة أخري لوضع علامات التشطيب.

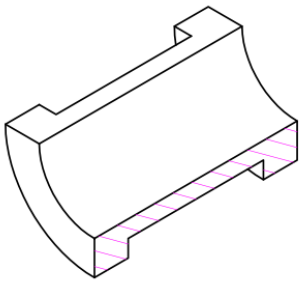
- يكتب فوقها رقم الخشونة (وهو عادة عبارة عن الجذر التربيعي لمتوسط مربع الارتفاعات لمقطع السطح عن الخط المتوسط) بوحدة الميكروميتر(µm).
- ويمكن رسمها كما بالشكل.



شكل رقم ٢٠٢: طريقة رسم علامات التشطيب.

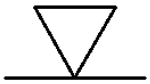
والشكل يبين وضع علامات تشطيب الأسطح.

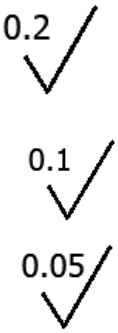




شكل رقم ٢٠٣: طريقة وضع علامات التشطيب.

علامات التشغيل، وما يقابلها من أرقام الخشونة بالميكرون (µm) وبيان الغرض الذي يصلح له السطح المشغل.

علامات التشغيل	متوسط رقم الخشونة	علامات التشغيل مع رقم الخشونة		المواصفات	أوجه الاستعمال
———	———	———	———	هذا السطح على حالته بعد التشكيل بالسباكة.	سطوح عادية بدون تشغيل، مثل السلاسل.
	———	———	———	إزالة الرائش، بالمبرد.	أسطح المسبوكات، مثل فرش المخرطة.
	100-25	100 50 25	50-100 25-50 12.5-25	أسطح تم عليه عمليات تشغيل مبدئية بالمكشطة.	أسطح ذات تشغيل عادي، مثل نهايات الأعمدة.
	12.5-1.6	12.5 6.3 3.2	12.5-6.3 6.3-3.2 2.3-1.6	أسطح أنعم من السابقة.	أسطح مستوية أقل من الممتاز، تستخدم في التركيبات التي لا تحتاج دقة عالية.
	1.6-0.2	1.6 0.8 0.4	1.6-0.8 0.8-0.4 0.4-0.2	أسطح أدق من السابقة.	أسطح مستوية ممتازة، مثل أسطح الأسطوانات.

علامات التشغيل	متوسط رقم الخشونة	علامات التشغيل مع رقم الخشونة		المواصفات	أوجه الاستعمال
	0.2-0.0		0.2-0.1 0.1-0.05 0.05-0.0	سطح قياسي أي في منتهي النعومة.	أسطح قياسية ممتازة، وتستعمل في أجهزة القياس،

جدول رقم ٥١

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يتعرف على أنواع محددات القياس.			
٣	يتمكن من استخدام محددات القياس.			
٤	يتمكن من استخدام محددات قياس			
٥	يستطيع قياس زوايا جسم مخروطي أو أسطواني بساعة القياس			
٦	يحافظ على أدوات القياس أثناء وبعد الاستخدام.			
٧	يرجع الأجهزة إلى حالتها الأصلية			
٨	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			

جدول رقم ٥٢

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يقوم المتدرب بالتالي:

- التعرف علامات التشغيل ورقم الخشونة

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ١٠ دقائق:

- تحديد خشونة أسطح ذات تشطيب مختلف

بنك الأسئلة النظرية

١. أذكر وحدات القياس المعتمدة في نظام الوحدات الدولي SI؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢. قم بالتحويل بين مختلف الوحدات وأملئ الجدول التالي.

البعد	التحويل	
	mm	cm
A = 4 in	.....	.....
B = 35.85 cm +150.50mm	.....	.....

جدول رقم ٥٣

٣. ما هي أنظمة وحدات القياس المستعملة في المجال الصناعي؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٤. أذكر الوحدات الأساسية في نظام الوحدات الدولي ISO

الكمية المقاسة	اسم الوحدة	رمز الوحدة
الأبعاد		
الكتلة		
الزمن		
التيار الكهربائي		
درجة الحرارة		
كمية المادة		
شدة الاستضاءة		

جدول رقم ٥٤

٥. تحويل الأبعاد بين أجزاء المتر (ضع علامة صح ... أو خطأ X)

	صحيح	خطأ
20 mm = 0.2cm		
20 mm = 2 cm		
20 cm = 2 cm		
2 mm = 20 cm		
15cm = 150 mm		

جدول رقم ٥٥

	صحيح	خطأ
12 in = 1 ft		
5in = 50 cm		
5 in = 127 mm		
1in = 25.4 mm		
1in = 2.54 mm		

جدول رقم ٥٦

٦. ما هي أنواع التدريجات الموجودة على المسطرة الحديدية وأذكر العلاقة بينهما؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٧. أذكر أنواع طرق القياس؟ واشرح مفهوم القياس الغير مباشر وكيف يتم؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٨. عن طريق الحساب قم بالتحويل بين مختلف الوحدات وأملئ الجدول التالي.

وحدة النظام البريطاني	وحدة النظام الدولي للقياسات			
	mm	cm	dm	m
1 in	.....	.....	.....	.....
1 ft	.....	.....	.....	.....

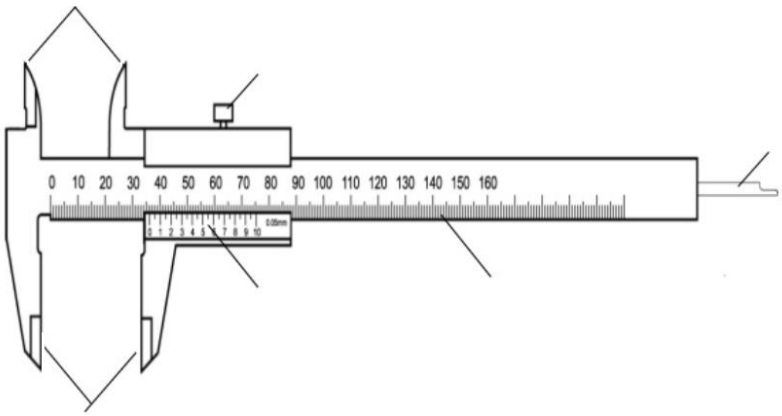
جدول رقم ٥٧

٩. ضع علامة صح ... أو خطأ X

	صحيح	خطأ
تصنع مساطر القياس من الصلب وذلك لحمايتها من التلف		
يتخذ النظام الإنجليزي الياردة كوحدة للقياس وهي أصغر وحدات القياس في النظام		
يتخذ النظام الإنجليزي البوصة كوحدة للقياس وهي أصغر وحدات القياس في النظام		
المليمتر هو وحدة القياس الأساسية في النظام الدولي للقياسات (النظام المتري)		
المتر هو وحدة القياس الأساسية في النظام الدولي للقياسات (النظام المتري)		
تحتوي مسطرة القياس على تدرج المليمتر والبوصة		
البوصة هي وحدة القياس في النظام البريطاني		
يتم القياس المباشر باستعمال فرجار القياس لنقل الأبعاد		
يتم القياس الغير المباشر باستعمال فرجار القياس لنقل الأبعاد		

جدول رقم ٥٨

١٠. اشرح الأجزاء المكونة للقدمة ذات الورنية مستعينا بالشكل التالي؟



شكل رقم ٢٠٤

.....

.....

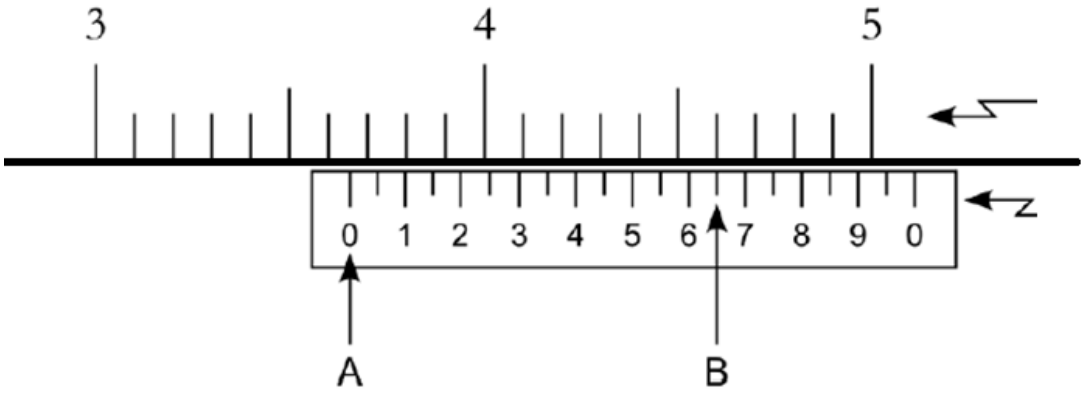
.....

.....

.....

.....

١١. اشرح طريقة قراءة القياس على جهاز القدمة ذات الورنية مستعينا بالشكل.



شكل رقم ٢٠٥

.....

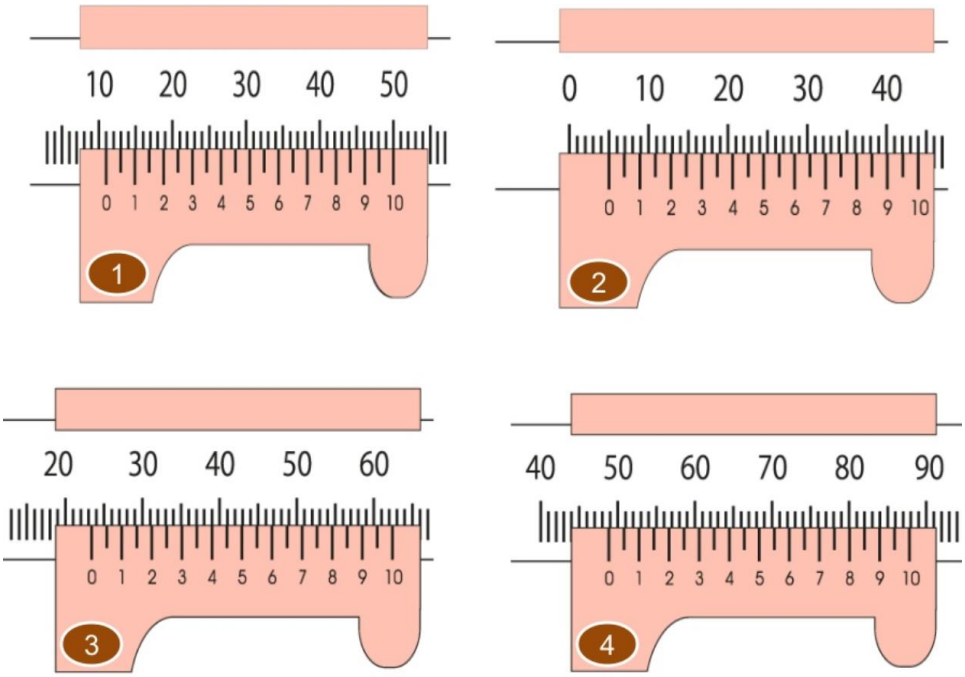
.....

.....

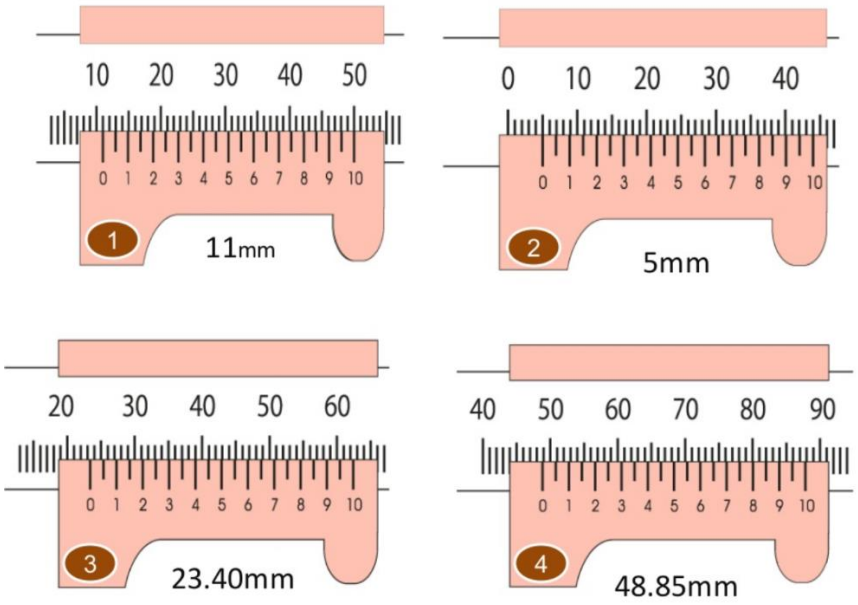
.....

.....

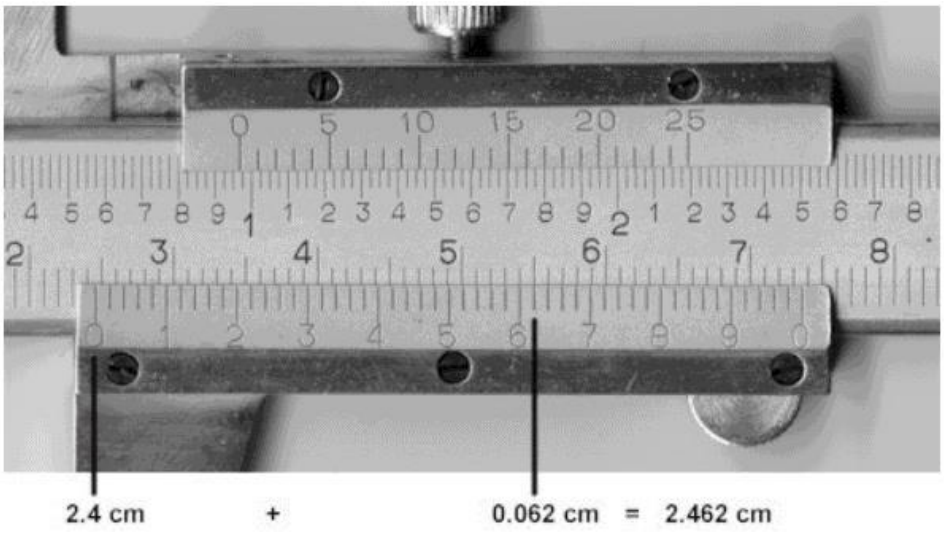
١٢. سجل قيم قراء القدمة ذات الورنية في الأوضاع التالية



شكل رقم ٢٠٦



شكل رقم ٢٠٧



شكل رقم ٢٠٨

١٣. أذكر أنواع القدمات التي تعرفت عليها في معمل القياسات مع تحديد قيمة دقتها واستعمالاتها الصناعية.

اسم الجهاز	الدقة	الاستعمال

جدول رقم ٥٩

١٤. أكمل الفراغات في العبارات التالية:

- إذا كان طول الخطوة للولب عمود الميكروميتر 0.5 مم فإن الحركة المحورية للعمود = ...مم/لفة

وتكون دقة الميكروميتر =..... مم

- من أنواع الميكرو مترات:

.....

.....

.....

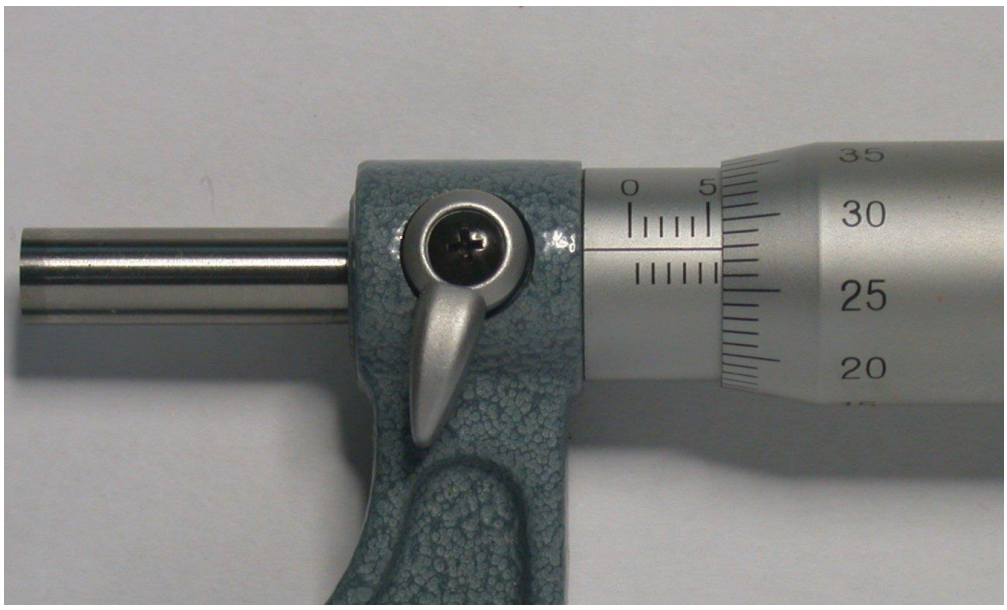
.....

١٥. حدد قراءة كل من الميكرو مترات الظاهر في الأشكل التالية كل حسب نوعه

شكل رقم ٢٠٩

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
.....mm	.....mm	mm=.....x.....	A + B + C = ...+ ..... + ... = ... mm

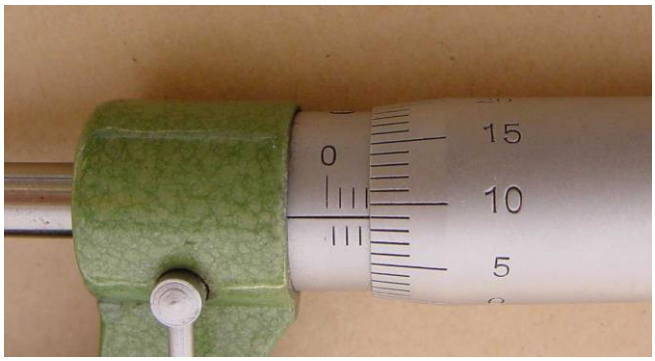
جدول رقم ٦٠



شكل رقم ٢١٠

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
……mm	……mm	mm=……..x……..	A + B + C = ……+ …… + …… = …… mm

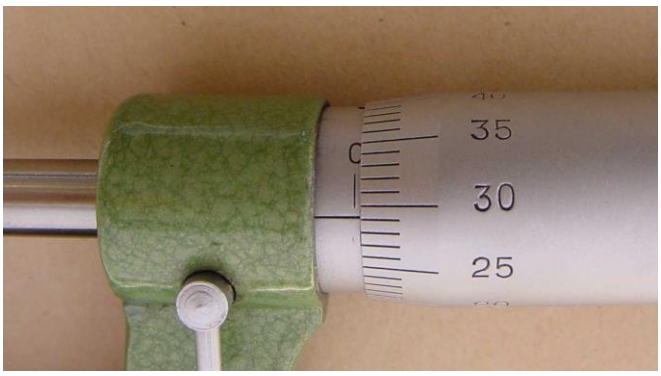
جدول رقم ٦١



شكل رقم ٢١١

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
……mm	……mm	mm=……..x……..	A + B + C = ……+ …… + …… = …… mm

جدول رقم ٦٢



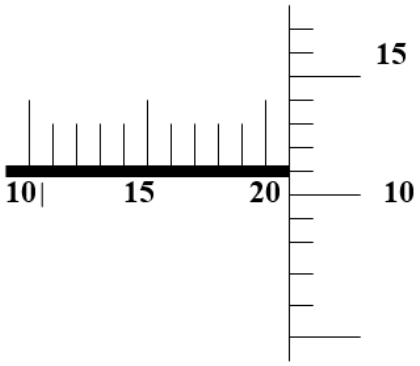
جدول رقم ٦٣

A	B	C	قياس الميكرومتر Reading
……mm	……mm	mm=……..x……..	A + B + C = ……+ …… + …… = …… mm

جدول رقم ٦٤

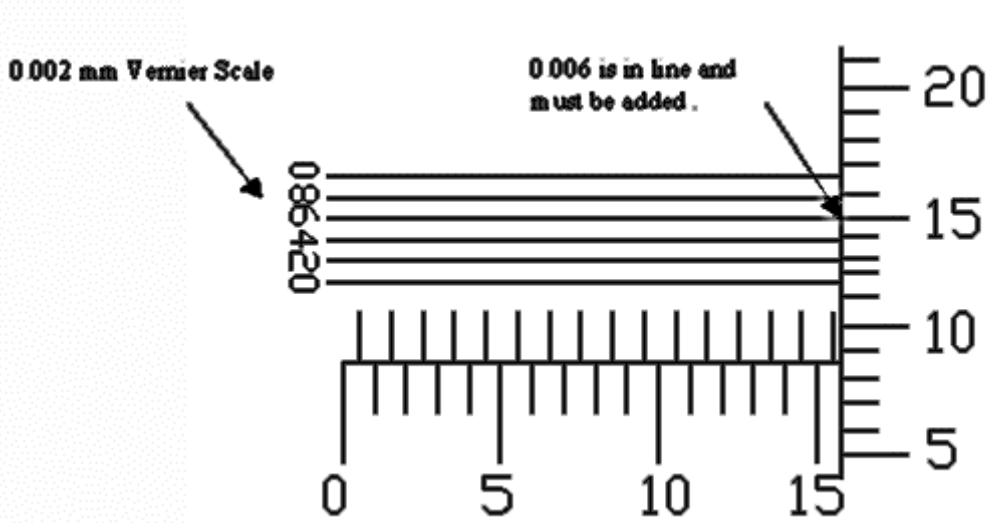
١٦. ارسم ميكرومتر يوضح نتيجة القياس التالية (حسب المثال الموضح أدناه):

نتيجة القياس **L = 20.11 mm**



1- L= 17.61 mm …… …… …… …… …… …… ……	3- L = 10.18 mm …… …… …… …… …… …… ……
L= 28.42 mm …… …… …… …… …… …… ……	4- L = 30.85 mm …… …… …… …… …… …… ……

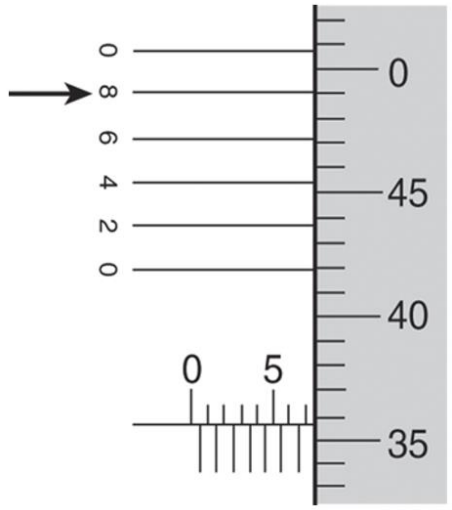
١٧. حدد قراءة الميكروميتر الآتي:



شكل رقم ٢١٢

A + B + C + D =..... + ...+ .....+ .....= .....mm

١٨. حدد قراءة كل من الميكرومترات الظاهر في الأشكال التالية كل حسب نوعه ودقته

	القراءة =

شكل رقم ٢١٣

١٩. ارسم قراءة الميكروميتر التالية ٢٨,٧٢٧ مم و١٣,١٩٧ مم على ميكروميتر مزود بورانية دقته ٠,٠٠١ وخطوته ١ مم

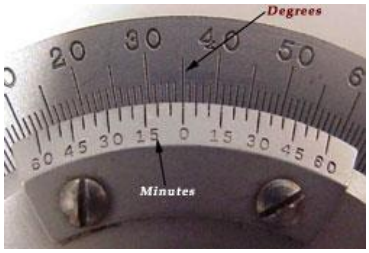
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

٢٠. أذكر تقنيات وطرق قياس زوايا القطع الميكانيكية.

٢١. حول بين وحدات قياس الزوايا (وحدة الراديان والدرجة)

الزاوية بالدرجة	60 °	.....	180 °	.....	45 °
الزاوية بالراديان	.....	Π / 4	.....	Π / 3	.....

٢٢. قراءة قياس المنقلة ذات الورنية

		
قيمة القياس .....=	قيمة القياس .....=	قيمة القياس .....=

شكل رقم ٢١٤

٢٣. لقياس زاوية قطعة دقيقة استعملنا قضيب الجيب بطول ٢٠٠ مم وقوالب قياس الأبعاد بارتفاع ١٠٠ مم. احسب الزاوية.

٢٤. بمعلومية قيم الزوايا لمجموعة من قوالب القياس المبينة بالجدول التالي، احسب التجمعية المناسبة من قوالب القياس مع الرسم للحصول على زاوية (٩" ٣٤' ٥٥°)

تمرين :(٢٤" ٢٩' ٥٣١°) ، (٤٨" ٣٦' ٥٤٩°)، (٤٢" ٨' ٥١٠٢°)

درجة	١	٣	٩	٢٧	٤١
دقيقة	١	٣	٩	٢٧	
ثانية	٣	٦	١٨	٣٠	

جدول رقم ٦٥

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢٥. باستعمال قوالب القياس المتوفرة في الطقم الموضح في الجدول ١ قم بتركيب الأبعاد التالية:

90.531 mm, 105.045 mm, 45.342 mm, 7.52 mm.

شكل رقم ٢١٥: طقم قوالب القياس

مقدار التزايد	أطوال قوالب القياس (mm)	عدد قوالب القياس
0.001	من ١,٠٠١ إلى ١,٠٠٩	9
0.01	من ١,٠١ إلى ١,٤٩	49
0.1	من ١,٦ إلى ١,٩	4
0.5	من ٠,٥ إلى ٩,٥	19
10	من ١٠ إلى ١٠٠	10
عدد قوالب القياس في المجموعة		91

جدول رقم ٦٦: طقم قوالب القياس

البعد المراد تركيبه	طريقة الحساب	القوالب المستعملة
7.52 mm		
45.342 mm		
105.045 mm,		
90.531 mm		

٢٦. ما الهدف من التقليل في عدد القوالب عند تجميع قوالب القياس لتركيب بعد معين؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢٧. أشرح كيفية معايرة أجهزة القياس (مثل الميكروميتر) باستخدام قوالب القياس. ما الهدف من العملية؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢٨. لقياس زاوية قطعة دقيقة استعملنا قضيب الجيب بطول ٢٠٠ مم وقوالب قياس الأبعاد بارتفاع ١٠٠ مم. احسب الزاوية.

المصطلحات

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
الخطاء المطلق	Absolute error
المزايا	Advantages
عمود سندان	anvil
الذراع	Arm
وضع المحور	Axis position
قاعدة	Base
رقم البلوك (المقطع) داخل البرنامج	Block number
معايرة	calibration
القصبة	Cane
العناية و الصيانة	Care and maintenance
التثبيت (إحكام)	Clamping
تعويض	Compensation
تعويض	compensation
معامل تحويل	conversion factor
قدمه ذات ساعة	Dial Vernier Caliper
البراجل /الفراجير	Divider (Compass)
الكترونية رقمية	Digital
الأبعاد	Dimensions
القياس المباشرة	Direct Measurement
العيوب	Disadvantages
الخطاء	Error
عمود تطويل ،وصلة)	Extension rod

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
القدم	Feet
الاستوائية	Flatness
القدم	Foot
اطار	Frame
محددات القياس	Gages
جلبة	gland
الخطاء الغير منطقي	Illegitimate error
البوصة	Inch
القياس غير المباشر	Indirect Measurement
نهاية (حد)	Limit
محددات القياس	Limit gauges
ماكينة	Machine
تدريج رئيسي	Main scale
القياس الرئيسية	Main scale
القيمة المقاسة	Measured value
قياس	Measuring
علم القياس (المترولوجيا)	Metrology
جهاز الميكرومتر	micrometer
الميكرومتر	Micrometer
الميل	miles
خطأ التباين (أي خطاء المحاذاة)	Misalignment Error
خطاء	Mistake
حركات	Motions
متعدد الوظائف	Multifunction

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
ترحيل (إزاحة)	Offset
اصل أو مركز	ORGIN
تجاوز (تجاهل)	Override
لوحة	panel
النسبة المئوية للخطاء	Percentage error
أساسية	Primary
منقلة	Protractor
قطري	Radial
نصف قطر	radius
الأخطاء العشوائية	Random error
نقطة الإسناد (المرجع)	Reference Point
الخطاء النسبي	Relative (Fractional)
الاستشعار	Resolution
المسطرة	Ruler
التشغيل	Run
مسمار	Screw
الحساسية	Sensitivity
ضبط (إعداد)	Setting
جلبة	sleeve
جلبة دوارة	sleeve
الشبر	Span
محور عمود الدوران	Spindle
ميزان ماء	Spirit level
نظام	System

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
الأخطاء النظامية	Systematic error
متر (القياس الطولي)	Tape
جلبه دوارة	Thimble
المرجعية	Traceability
القيمة الحقيقية	True value
قيمة	value
ورانية	Vernier
الورانية	Vernier
قدمة ذات ورانية	Vernier caliper
قدمة ذات ورانيه	Vernier caliper
منقله ذات ورانيه	Vernier Protractor
خطأ الرؤية	Visual Error
الشغلة (قطعة الشغل) المشغولة	WORKPIECE
الياردة	Yard

المراجع References

١. الصفحة الإلكترونية لمادة القياسات http://hctmetrology.tripod.com

2. Mechanical Measurements, Beckwith Marangoni and Lienhard, Pearson
3. Education, 6th Ed., 2006.
4. Engineering Metrology, R.K. Jain, Khanna Publishers, 1994.
5. https://www.wonkeedonkeetools.co.uk/productindex/learning
6. https://www.wisc-nline.com/LearningContent/mtl3902/MLT3902.htm
7. Catalogue, Starrett Company, U.S.A. ,2016
8. Catalog, Measuring Instruments, Mitutoyo Company, Japan ,2016
9. Catalog, Dimensional Metrology , Mahr Company, Germany.
10. Catalogue, Measuring Instruments, Mauser Company, Germany.
11. Catalogue, The Innovative Measurement Experts,