كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثانية

المادة : ترموديناميك

المحاضرة : الثالثة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

٥

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

التجربة (2)

قياس الأطوال

Lengths Measurement

مكتبة A to Z

1. الغاية من التجربة

(1) التعرف على بعض الأدوات المستخدمة لقياس الأبعاد واختيار الأداة المناسبة للدقة المطلوبة.

(2) حساب حجم كرة معدنية وحجم أسطوانة معدنية بشكل دقيق.

(3) حساب حجم موشور خشبي بشكل دقيق.

2. تمهيد نظري

تتنوع التجارب التي يضطر فيها المجرب لقياس الأبعاد مثل قياس نصف قطر كرة أو قياس طول سلك...إلخ، فمنها ما تكون فيها أبعاد الجسم كبيرة نسبياً بحيث يمكن استخدام الأدوات التقليدية لقياس الأبعاد مثل المسطرة العادية أو المتر المعدني، ومنها ما تكون فيها أبعاد الجسم صغيرة نسبياً، وهنا نلجأ إلى استخدام أدوات ذات قدرة على قياس الأبعاد الصغيرة مثل القدم القنوية والدوّارة اللّولبية اللّتين توصفان في هذه التجربة لدراسة كيفية قياس الأطوال باستخدامهما، ومِنْ ثمَّ تحسين الدقة في القياس.

3. أدوات قياس الأطوال

أولاً: المسطرة العادية

يمكن للمجرب الذي يقوم بقياس أبعاد جسم ما باستخدام المسطرة العادية، إلّا أن دقة القياس في هذه الحالة قد لا تكون مناسبة. فمن المعلوم أن المسطرة العادية تكون مدرجة بالمليمترات، ومِنْ ثمَّ فإننا يمكن أن نقيس أبعاداً بارتياب قدره مليمتر فقط أو نصف ذلك، باستخدام المسطرة العادية، وهذا يعود إلى عاملين هما:

(1) إمكان المجرب تمييز الأبعاد الصغيرة، ومِنْ ثمَّ ارتياب المجرّب.

(2) سماكة الخط المستخدم للتدريج الذي يصل في بعض المساطر إلى ثلاثة أجزاء عشرية من المليمتر.

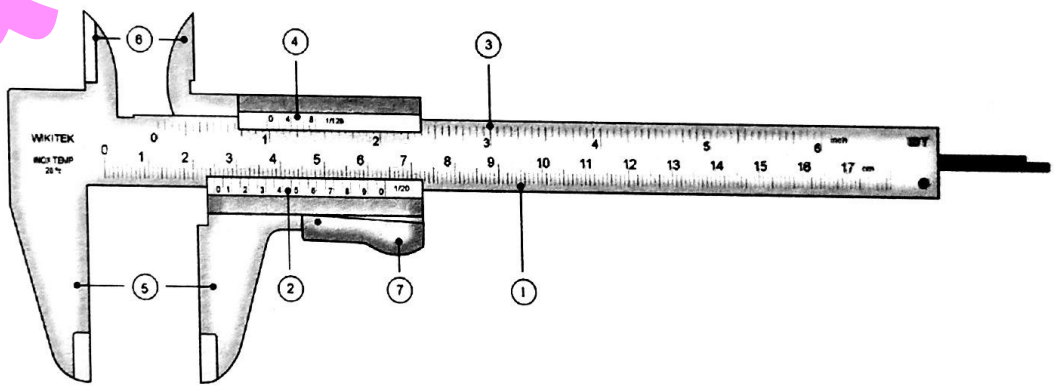
وهذا يعني أن استخدام المسطرة العادية لقياس الأبعاد سوف يكون تقديرياً جداً إذا كانت الأبعاد المطلوب قياسها من مرتبة المليمتر أو أجزائه، كما أنها سوف تكون دون جدوى في حال كان المجرب يتطلب دقة كبيرة في القياس حتى لو كانت أبعاد الجسم ليست من مرتبة المليمتر أو أجزائه، وهنا يلزم استخدام أدوات أخرى للقياس تلبي الدقة المطلوبة في التجربة كالقدم القنوية والدوّارة اللّولبية.

ثانياً: المتر المعدني

يشابه المتر المعدني كثيراً المسطرة العادية سواء من حيث دقة القياس أم من حيث تقسيم تدريجاته إلّا أنه يستخدم لقياس الأطوال الكبيرة نسبياً التي تكون عادة من مرتبة الأمتار، وقد يزيد على المسطرة العادية ارتياب إمكان تمدده حرارياً.

ثالثاً: القدم القنوية

تعد القدم القنوية من أدوات قياس الأبعاد المفيدة حين نحتاج إلى تحسين دقة القياس، وهي عبارة عن مسطرة عادية، وتدعى في بعض الأحيان بالمسطرة الثابتة، وهي مدرّجة بالمليمترات أو البوصات تنزلق عليها مسطرة أخرى تدعى بالمسطرة الفرنية (نسبة إلى مبتكرها Vernier)، وتدعى في بعض الأحيان بالمسطرة المتحركة. تستخدم القدم القنوية لقياس الأبعاد من مرتبة أجزاء تدريجات المسطرة العادية (المليمتر مثلاً).



الشكل1. أجزاء القدم القنوية

تتألف القدم القنوية كما يبين الشكل1 من:

1. مسطرة عادية مدرجة بالمليمترات، وهي تستخدم لقياس الأبعاد من مرتبة المليمترات وعشرات المليمترات، تحقق من التدريجات على المسطرة والواحدة المذكورة يمين المسطرة.
2. مسطرة الفرنية المليمترية، وهي تستخدم لقياس الأبعاد من مرتبة الأجزاء العشرية والأجزاء المئوية من المليمتر، لذا تحقق من عدد تدريجات الفرنية مقارنة بعدد تدريجات المسطرة العادية.
3. مسطرة عادية أخرى مدرجة بالبوصات أو الإنشات، وهي تستخدم لقياس الأبعاد من مرتبة البوصات وأجزائها العشرية.
4. مسطرة الفرنية الخاصة بالأجزاء العشرية أو المئوية للبوصة، وهي تستخدم لقياس الأجزاء المئوية للبوصات وفي بعض الأحيان الأجزاء بالألف من البوصة.

مكتبة A to Z

5. فكّي القياس الخارجي، وهما يستخدمان لقياس الأقطار الخارجية والأبعاد المحيطة بالأجسام كما يستخدمان لقياس السماكات.

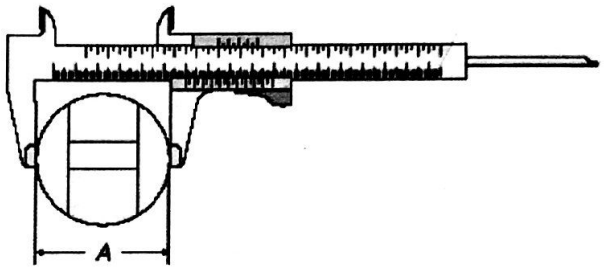
6. فكّي القياس الداخلي، وهما يستخدمان لقياس الأقطار الداخلية.

7. المقبض ذي النابض، وهو يستخدم لتثبيت القياس على قيمة معينة لسهولة الرجوع إليه.

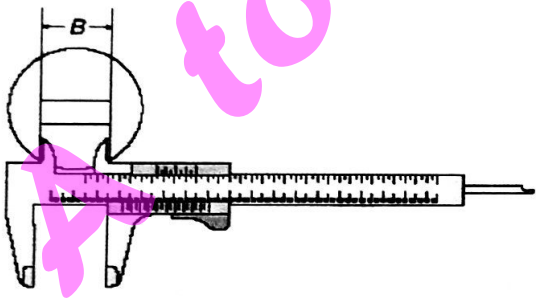
بالإضافة إلى هذه الأجزاء توجد ساق أسفل القدم القنوية (أقصى اليمين) تستخدم لقياس الأعماق، وهي واضحة في الشكل السابق.

يُلحظ انطباق صفر المسطرة العادية على صفر مسطرة الفرنية حين يكون الفكان الداخليان والخارجيان ونهاية الساق في قناته متلامسة في خط واحد كلها.

يبين الشكلان2 و3 كيفية قياس الأقطار الداخلية والأقطار الخارجية باستخدام القدم القنوية.



الشكل2. قياس القطر الخارجي



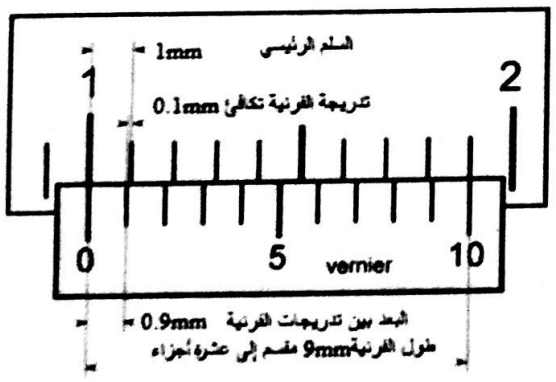
الشكل3. قياس القطر الداخلي

مبدأ القدم القنوية في قياس الأبعاد

يجري القياس باستخدام القدم القنوية بوضع الجسم المراد قياس طوله بين الفكين وقراءة نتيجة القياس من المسطرة العادية، وهي تشير إلى الأبعاد بالمليمترات ثم قراءة أجزاء المليمتر على المسطرة الفرنية، وذلك بأخذ قراءة تدريجة الفرنية الموافقة لأفضل انطباق على إحدى تدريجات المسطرة العادية.

مبدأ القياس بالفرنية

يعتمد تحسين قياس الأطوال بالفرنية على اختلاف عدد تقسيمات الفرنية عن عدد تقسيمات المسطرة، ففي الفرنية تزيد بقدر تدريجة واحدة على عددها في المسطرة العادية، ومِنْ ثمَّ فإن مدى التدريجة على الفرنية أقل بقدر مليمتر واحد مقسوماً على عدد تدريجات الفرنية. فإذا قابلت عدد تدريجات الفرنية العشر تسع تدريجات

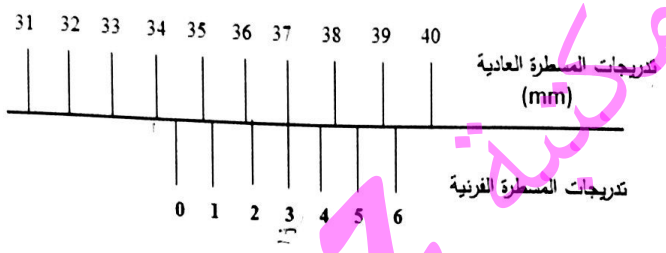


الشكل4a

مكتبة A to Z

من المسطرة العادية، أي تسع مليمترات مثلاً، تكون كل تدرجة من الفرنية أصغر بقدر عشر المليمتر من مقابلتها على المسطرة العادية، فنحصل عند طرح الطولين المتقابلين من الفرنية والمسطرة العادية عند تطابق تدريجة معينة من الفرنية على تدريجة من المسطرة، على قياس الطول (الشكل4a)

وكمثال على القياس باستخدام القدم القنوية نلحظ في الشكل4b أن النتيجة من المسطرة العادية تشير إلى التدريجة 34 مع زيادة تقع بين 34 و 35؛ تعين هذه الزيادة بالبحث عن أفضل انطباق بين تدريجة على



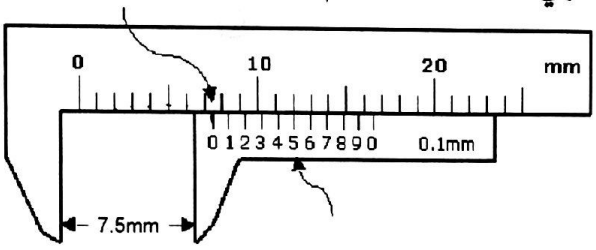
الشكل4b

الفرنية وتدريجة على المسطرة لنجد أن أفضل انطباق لتدريجات مسطرة الفرنية على تدريجات المسطرة العادية عند التدريجة الثالثة لمسطرة الفرنية، ومِنْ ثَمَّ فإن فرق الطولين يعطي هذه الزيادة $3\times 1/10=0.3mm$، على فرض أن عشر تدريجات من الفرنية تقابل تسع تدريجات من المسطرة، لتكون نتيجة القياس الكلية في هذه الحالة $34.3mm$.

ملحوظة مهمّة:

يجب قبل بدء القياس باستخدام القدم القنوية التأكد من أن صفر المسطرة العادية منطبق على صفر المسطرة الفرنية، وذلك عند تلامس الفكين المقابلين وإلّا سوف نقع في خطأ قياس يمكن تلافيه (كيف يمكن ذلك؟) وكذلك معرفة عدد التدريجات المتقابلة فهي قد تختلف من قدم قنوية إلى أخرى.

يبين الشكل5 مثالاً آخر على القياس باستخدام القدم القنوية. وكما نلحظ تشير تدريجات المسطرة العادية إلى التدريجة ذات الرقم 7 وأفضل انطباق لتدريجات الفرنية عند الرقم 5 ومِنْ ثَمَّ فإن نتيجة القياس تكون $7.5mm$.



الشكل5.

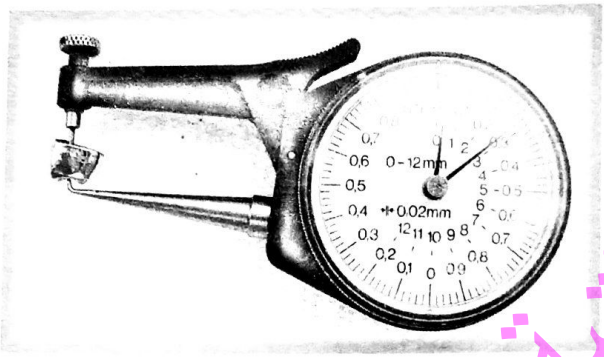
قياس القدم القنوية

يُلحظ من المثالين السابقين أن المسطرة الفرنية مقسمة إلى أجزاء عشرية من المليمتر، ومِنْ ثَمَّ فإن دقة القياس باستخدامها تكون مساوية إلى $0.1mm$، ويوجد بعض الأقدام القنوية تكون مقسمة إلى أجزاء مئوية من المليمتر وفي هذه الحالة تكون دقة القياس مساوية إلى $0.01mm$.

مكتبة A to Z

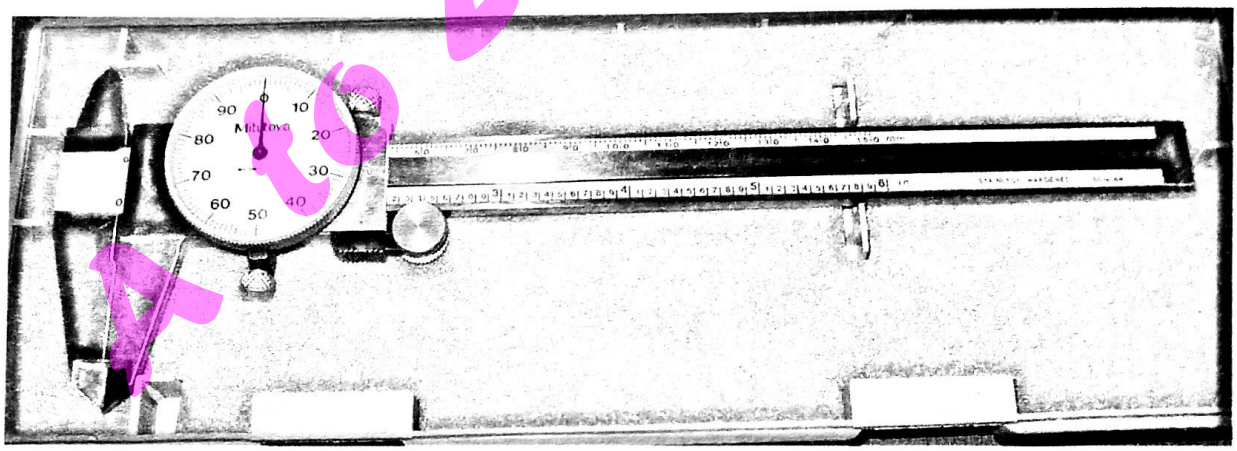
أنواع القدم القنوية

توجد أنواع أخرى للقدم القنوية غير القدم القنوية ذات الفرنية أهمها:



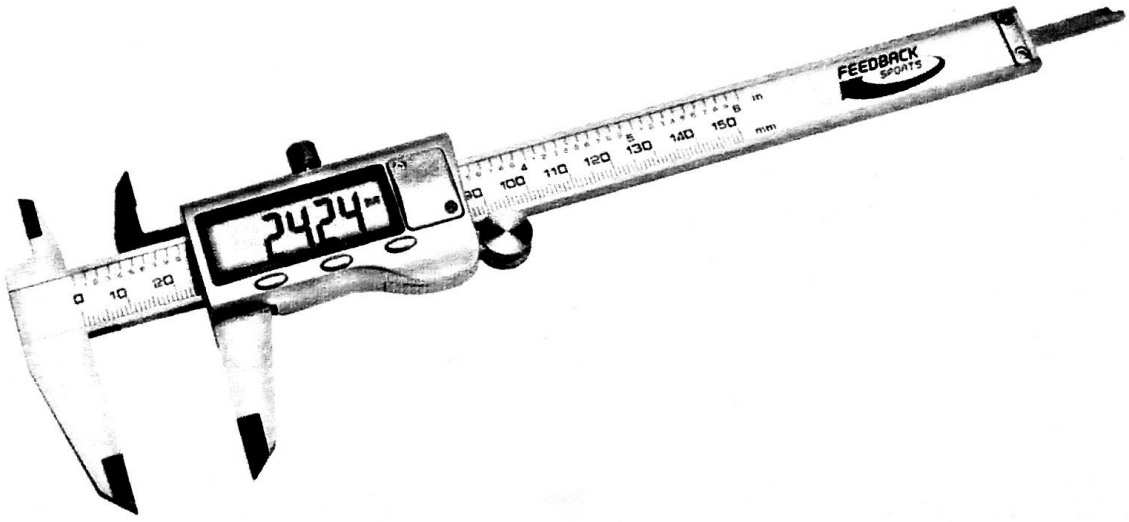
الشكل6. القدم القنوية ذات المؤشر

a. القدم القنوية ذات القرص، وهي مزودة بقرص يحتوي على مؤشر دوّار يعطي أجزاء الواحدة الأساسية بقراءة تدريجاته مباشرة ويبينها الشكلان 6 و7 بنوعين مختلفين.



الشكل7. القدم القنوية ذات القرص المؤشر

b. القدم القنوية الرقمية، وهي مزودة بشاشة عرض رقمية تشير إلى قيمة الطول المقيس مباشرة.

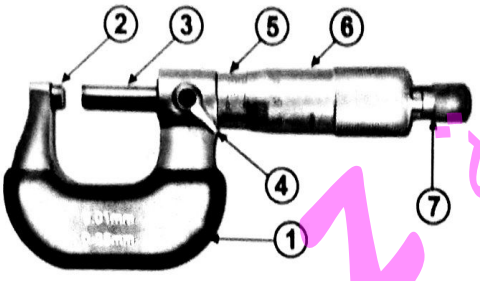


الشكل8. القدم القنوية الرقمية

مكتبة ٧٥٧٨

رابعاً: الدوّارة اللّولبية أو اللّولب المكرومتري.

تستخدم الدوّارة اللّولبية أو اللّولب المكرومتري في قياس السماكات والأقطار الخارجية الدقيقة، فهي ذات دقة قياس مرتفعة تصل في بعض الأحيان إلى أجزاء الألف من المليمتر، وهي عبارة عن أسطوانة طولية مدرّجة بالمليمترات وعشراتها (أو بالبوصات وأجزائها العشرية) وينزلق عليها أسطوانة لولبية مدرّجة بأجزاء الواحدة الأساسية بشكل مشابه لمسطرة الفرنية في القدم القنوية؛ إذ تعطي تدريجات اللّولب المنزلق للأسطوانة أجزاء المليمتر إذا كانت الواحدة الأساسية هي المليمتر.



الشكل9. أجزاء الدوّارة اللّولبية

تتألف الدوّارة اللّولبية كما هو مبيّن في الشكل9 من:

1. الإطار الأساسي، ويستخدم لربط الأجزاء بعضها ببعض.
2. أسطوانة مصمتة صغيرة ثابتة، وفي بعض الأحيان تكون متحركة بغية ضبط الصفر فقط، وتدعى هذه الأسطوانة بالعمود الساند.
3. الأسطوانة المصمتة الداخلية للّولب المتحرك، وتدعى بالعمود المتحرك.
4. عتلة التثبيت، وهي تستخدم لتثبيت القياس على قيمة محدَّدة كما في حالة القدم القنوية.
5. أسطوانة التدريج الطولي المفرغة، وهي الأسطوانة ذات التدريج الأساسي، وتدرّج عادة بالمليمترات وعشراتها أو بالبوصات، وتسمى عادة بالمسطرة الأساسية أو الأسطوانة الأساسية.
6. الأسطوانة اللّولبية الخارجية للّولب المتحرك، وهي تدرّج عادة بخمسين أو مئة تدريجة من الواحدة الأساسية، وتستخدم لتعطي أجزاء الواحدة الأساسية، وتدعى عادة بالأسطوانة المتحركة أو الأسطوانة المدرّجة المتحركة.
7. ممسك ذو نابض يستعمل لتدوير الأسطوانة الخارجية وتطبيق قوة النابض فقط عند ملامسة العمودين للجسم المقيس، فتسمع طقطقة تشير إلى وجوب عدم تجاوزها.

مبدأ الدوّارة اللّولبية في قياس الأبعاد

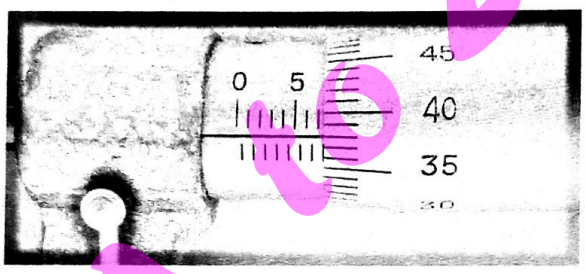
يوضع الجسم الذي نريد قياس سماكته أو قطره الخارجي بين طرفي العمود الساند والعمود المتحرك، ويجعل كل من العمود الساند والعمود المتحرك على تلامس مع طرفي الجسم عندها نقرأ قياس التدريجات على المسطرة الأساسية أو أسطوانة التدريج الطولي، فتشير إلى القيمة الأساسية، ثم نقرأ أفضل انطباق

مكتبة A to Z

لتدريجات الأسطوانة المتحركة على الخط الأفقي الثابت الموجود على الأسطوانة الأساسية، فتشير إلى أجزاء الواحدة الأساسية.

ملحوظة مهمّة:

يجب قبل بدء القياس باستخدام الدوّارة اللّولبية التأكد من أن الخط الأفقي الثابت للمسطرة الأساسية منطبق على صفر تدريج الأسطوانة المتحركة وحرفها منطبق على خط صفر المسطرة الأساسية، وذلك عند تلامس العمود الساند والعمود المتحرك وإلا فسوف نقع في خطأ قياس، ولكن يمكن تلافيه(كيف يمكن ذلك؟).



الشكل10.

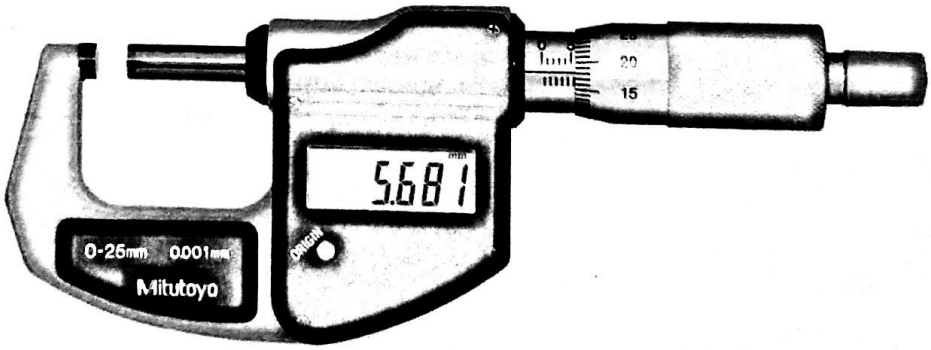
وكمثال على القياس باستخدام الدوّارة اللّولبية نلحظ في الشكل10 أن النتيجة من المسطرة الأساسية تشير إلى التدريجة أو الرقم 7، وأن أفضل انطباق لتدريجات الأسطوانة اللّولبية المتحركة على الخط الأفقي الثابت للأسطوانة الأساسية عند التدريجة 38

ومِنْ ثمَّ فإن نتيجة القياس تكون $7.38mm$ حيث تقسم تدريجات الأسطوانة المتحركة في هذه الحالة **إلى 100 جزء، وتقابل دورته بشكل كامل ملليمتراً واحداً (تحقق من ذلك).**

دقة قياس الدوّارة اللّولبية

نحصل على ارتياب قياس الدوّارة اللّولبية بشكل مشابه لحالة القدم القنوية، وعادة يكتب رقمان على الإطار الأساسي للدوّارة اللّولبية كما هو موضح في الشكل9، إذ يشير أحدهما إلى مجال قياس الدوّارة اللّولبية، بين صفر و 25mm، بينما يشير الآخر إلى ارتياب القياس0.01mm.

أنواع الدوّارة اللّولبية



الشكل11.

قياس الأطوال

- **تتعد أنواع الدوارة اللولبية فهي تستخدم في تطبيقات مختلفة إلا أن أهم أنواعها الدوارة اللولبية ذات اللولب المدرج وهي التي تحدثنا عنها آنفاً والدوارة اللولبية ذات القرص ذي المؤشر بالإضافة إلى الدوارة اللولبية الرقمية : وهي عبارة عن دوارة لولبية مزودة بشاشة عرض رقمية تشير إلى النتيجة النهائية للقياس .**
  - ✓ **يبين الشكل 11 مثالاً عن الدوارة اللولبية الرقمية ونلحظ من إطارها أن ارتيابها 0.001mm**

A to Z

انتهت التجربة

مكتبة A to Z