

## بحث عن القياس في الفيزياء

تعتبر علوم الفيزياء متنوعة للغاية، والتي تبحث في مجملها عن ظواهر الحياة التي يعيشها الإنسان والعمليات التي تدور حولها، بدءاً من قوانين الحركة التي تمثل كل ما يجري حولنا، إلى القوانين الفيزيائية التي تمثل الأشياء المقاسة ذهنياً، وعملية القياس هي أحد هذه العمليات الفيزيائية الهامة، والتي قد تقيس مسافة على الأرض، أو قد تقيس مسافة من الزمن، وفي مقالنا اليوم سوف نجري هذا البحث الفيزيائي الهام حول عملية القياس ونوسع في كل ما يخص هذا البحث.

### مقدمة حول القياس

منذ العصور القديمة، استخدم الناس عدة طرق لقياس المواد التي يتعاملون معها، وفقاً لمعرفتهم المحلية والأدوات المتوفرة في العصور التي عاشوا فيها، ففي العصور المبكرة، استخدم الناس أجزاء مختلفة من الجسم لقياس الطول مثل مدى اليد والذراع، وهذا كان مثال على أحد المعايير التي استخدمها أسلافنا في قياس الكميات، ومع تقدم العصر، وابتكار التقنيات الحديثة في علم الفيزياء، أصبح لدى العلماء إدراك أوسع لمفهوم الكميات وقياسها، ليستبدلوا بذلك الأعراف التقليدية في القياس، إلى عمليات علمية يحكمها المنطق والعقل والقوانين والنظريات العلمية البحتة، ونتيجة لذلك، أصبح لدينا ما يسمى بعلم القياس وأنواعه وأدواته ووحداته، وهذا ما سيكون محور هذا البحث الفيزيائي الهام.

### بحث عن القياس في الفيزياء

عملية القياس من أقدم العمليات التي قام بها الإنسان القديم، والتي كانت محور بحثه على مدى زمن طويل، وفي ظل القوانين الحديثة لعلم القياس الذي نشأ في ثورة العلم الحديث، أصبح بحث القياس من الأبحاث المهمة في الحياة، لما يرتبط به من عمليات تتعلق بعلوم أخرى تبني أبحاثها العلمية على هذا العلم الهام، وكسر علمي لهذا التوضيح الشامل لعملية القياس، سوف نبدأ بحثنا بتعريف علم القياس، وتوضيح مفهوم عملية القياس وتعمق في تفاصيل أدواتها ووحداتها والأخطاء القابلة للحدوث فيها.

### علم القياس

علم القياس، أو ما يعرف باسم المترولوجيا **Metrology**، هو العلم الذي يشمل كلا من التحديدات التجريبية والنظرية على أي مستوى من عدم اليقين، وفي أي مجال من مجالات العلوم والتكنولوجيا، وبصيغة أبسط، هو العلم الذي يشمل وحدات القياس ومعاييرها وأدوات القياس ومجال تطبيقها، إضافة إلى جميع الجوانب النظرية والعملية المتعلقة بالقياس، ويحتوي هذا العلم على ثلاث كميات أساسية وهي الطول والكتلة والوقت، مع إمكانية اشتقاق جميع الكميات الميكانيكية الأخرى مثل المساحة والحجم والتسارع والقوة، إضافة إلى أخذ قياس الكميات الكهرومغناطيسية ودرجة الحرارة وشدة الإشعاع.

### فروع علم القياس

- على النحو المحدد من قبل المكتب الدولي للأوزان والمقاييس **BIPM**، يمكن تقسيم المترولوجيا إلى ثلاثة حقول فرعية وهي:
- **علم القياس القانوني:** الذي يتعلق بالمتطلبات التنظيمية للقياسات الراسخة وأدوات القياس لحماية المستهلكين والتجارة العادلة.
  - **علم القياس التطبيقي:** ويتم فيه تطوير علم القياس نحو التصنيع والعمليات الأخرى، مما يضمن ملائمة أدوات القياس ومعاييرها ومراقبة الجودة.
  - **علم القياس العلمي:** وهو أساس جميع الحقول الفرعية، ويتعلق بتطوير طرق قياس جديدة، وتحقيق معايير القياس، ونقل هذه المعايير إلى المستخدمين.

ويتم تنسيق نشاط القياس من قبل المختبرات الوطنية، مثل المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا **NIST** ومقره في الولايات المتحدة الأمريكية، والمعهد الوطني للقياس والجودة والتكنولوجيا **Inmetro** ومقره في البرازيل.

### تعريف عملية القياس

بشكل بسيط، تعرف عملية القياس على أنها عملية إيجاد طول المادة أو حجمها أو كميتها، في حين يتم تعريف عملية القياس بشكل فيزيائي، على أنها عملية يتم من خلالها ربط الأرقام بالكميات المختلفة والظواهر الفيزيائية المعروفة، أو أنها عملية تحديد قيمة كمية غير معروفة من خلال مقارنتها ببعض المعايير الفيزيائية المحددة والمدروسة مسبقاً، وكون القياس عبارة عن مجموعة من البيانات الكمية والعديدية التي تصف خاصية كائن أو حدث ما، فيتم إجراء القياس عن طريق مقارنة كمية بوحدة قياسية، وهذه العملية التي يتم فيها القياس، والتي تسمى علم القياس، هي نتاج مجهود كبير من قبل علماء الفيزياء على مدى عصور مديدة من العمل الشاق على أبحاث علم القياس، وعلى فترات متناوبة وطويلة من الزمن.

### أنواع القياس

يتم تصنيف أنواع القياس بناءً على البيانات المقدمة للقياس، والبيانات هي مجموعة من القياسات أو الملاحظات، والمقسمة إلى نوعين مختلفين وهما:

- **البيانات النوعية:** وتشير إلى معلومات حول الصفات أو المعلومات التي لا يمكن قياسها، وعادة ما تكون وصفية ونصية، مثل لون عین الشخص أو نوع السيارة التي يقودها وما إلى ذلك.
- **البيانات الكمية:** ولها عدة مسميات أخرى مثل البيانات العددية أو القياسية وغيرها، وبشكل عام، يتم استخدام هذه البيانات لتحديد المعلومات التي يمكن عدّها، مثل كميات المسافة والسرعة والطول والوزن وغيرها.

## خصائص القياس

وهي التي على أساسها تبنى وحدات القياس، وتشمل ما يلي:

- **الهوية:** والتي تشير إلى أن كل قيمة سواء كانت نوعية أو كمية، تمتلك معنى فريد خاص بها.
- **الحجم:** والذي يعني أن القيم لها علاقة مرتبطة ببعضها البعض، ولذلك هناك ترتيب محدد للمتغيرات.
- **الفواصل الزمنية المتساوية:** وتعني أن نقاط البيانات على طول المقياس متساوية، فمثلاً، الفرق بين نقطتي البيانات الأولى والثانية، سيكون هو نفسه الفرق بين نقطتي البيانات الخامسة والسادسة.
- **قيمة الحد الأدنى للصفر:** وتعني أن المقياس يحتوي على نقطة صفر حقيقية، مثل درجات الحرارة، حيث يمكن أن تنخفض إلى ما دون الصفر ولا يزال لها معنى، في حين لا ينطبق هذا على الوزن، فأى شيء دون الصفر ليس له وزن.

## طرق القياس

يتم اعتماد طرق مختلفة للقياس اعتماداً على الدقة المطلوبة ومقدار الخطأ المسموح به، ويمكن تصنيف طرق القياس على النحو التالي:

- **طريقة القياس المباشرة:** وهي طريقة بسيطة للقياس مثل استخدام المقاييس المعروفة.
- **طريقة القياس غير المباشرة:** حيث يتم الحصول على قيمة الكمية المراد قياسها عن طريق قياس الكميات الأخرى المرتبطة وظيفياً بالقيمة المطلوبة، مثل قياس الزاوية بواسطة شريط الجيب.
- **الطريقة المطلقة أو الأساسية:** وتعتمد على قياس الكميات الأساسية المستخدمة لتحديد الكمية.
- **طريقة المقارنة:** حيث تتم مقارنة قيمة الكمية المراد قياسها بالقيمة المعروفة لنفس الكمية أو الكمية الأخرى المرتبطة بها، مثل مؤشرات الاتصال.
- **طريقة التحويل:** وهي طريقة قياس عن طريق المقارنة المباشرة، وكمثال، تحديد الكتلة عن طريق الميزان والأوزان المعروفة باستخدام الوزن المزدوج Gauss.
- **طريقة الصدفة:** وهي طريقة قياس تفاضلية يتم فيها تحديد فرق صغير جداً بين قيمة الكمية المراد قياسها والمرجع، من خلال ملاحظة مصادفة خطوط أو إشارات معينة، وكمثال، القياس بواسطة رنيه كالبير ميكرومتر.
- **طريقة الانحراف:** حيث تتم الإشارة إلى قيمة الكمية المراد قياسها مباشرة بانحراف مؤشر على مقياس معين.
- **الطريقة التكميلية:** حيث يتم دمج قيمة الكمية المراد قياسها مع قيمة معروفة لنفس الكمية، وكمثال تحديد حجم مادة صلبة عن طريق الإزاحة السائلة.
- **طريقة الاستبدال:** وهي طريقة للمقارنة المباشرة، يتم فيها استبدال قيمة الكمية المراد قياسها بقيمة معروفة لنفس الكمية، بحيث يتم تحديد التأثيرات الناتجة في جهاز البيان بواسطة هاتين القيمتين.
- **طريقة القياس الفارغ:** وتعرف بطريقة القياس التفاضلي، حيث يصل الفرق بين قيمة الكمية المراد قياسها والقيمة المعروفة لنفس الكمية التي تتم مقارنتها إلى الصفر.

## وحدات القياس في الفيزياء

تعرف وحدات القياس على أنها المعيار الذي يتم وفقه القياس، وهناك نوعين شائعين من وحدات القياس، وهما: [3]

- **النظام الدولي للوحدات SI:** وهو نظام القياس الأكثر استخداماً والشكل الحديث للنظام المترى، والمستخدم في العلوم والصناعة والطب والتجارة وكل المجالات، كما أنها النظام الموحد عالمياً لوحدات القياس، وهذا النظام مبني على سبع وحدات أولية، وهي الغرام للكتلة أو الوزن، والثانية للوقت، والكلفن أو الدرجة المنوية لدرجة الحرارة، والأمبير للتيار الكهربائي، والمول لكمية المادة، والشمعدان أو كانديلا لشدة الإضاءة، والمتر للمسافة، كما يحدد هذا النظام عشرين بادئة لرموز الوحدة واسمها لتوضيح المضاعفات والكسور لكل وحدة.
- **النظام الإمبراطوري:** وهو الأقل استخداماً، فهو ينحصر بعدة دول، مثل المملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول المتفرقة، والذي يتضمن وحدات مثل الجالونات والقدم والأميال والياردات والجنيهات، وبشكل عام يستخدم النظام الإمبراطوري للقياسات اليومية في أماكن قليلة، ولكن في معظم أنحاء العالم، بما في ذلك أوروبا، وفي جميع الدوائر العلمية، فإن نظام SI شائع الاستخدام.

## أدوات القياس في الفيزياء

- أدوات القياس هي أداة تستخدم لقياس قيمة الوحدة للكمية، وتختلف الأداة باختلاف القيمة المقاسة، مثل الوزن ودرجة الحرارة والطول والوقت وما إلى ذلك، وكمثال توضيحي لأدوات القياس، إذا أردنا قياس طول ورقة ما باستخدام مسطرة وهذا يعني أن الكمية المقاسة هنا هي الطول وأداة القياس هي المسطرة، وهناك أنواع مختلفة من أدوات القياس التي لها وظائف مختلفة أيضاً، وستتعرف عليها ضمن الوحدات الأساسية السبعة لنظام الوحدات الدولي:
- **أدوات قياس الطول والمسافة:** مثل المسطرة المدرسية بمقاساتها المختلفة، والشريط المترى الذي هو عبارة شريط مدرج ملفوف على شكل بكرة وموضوع داخل علبة، ومنه أحجام مختلفة تقيس من 5 أمتار وحتى 50 متر، إضافة إلى عجلة القياس التي يستخدمها المساحين، وأحدث هذه الأدوات هو شريط قياس الليزر إضافة إلى الأدوات الليزرية التي يستخدمها المساحين، وتستخدم هذه الأدوات البصريات وفيزياء الليزر لإعطاء قياسات دقيقة،

- أدوات قياس الزوايا: وغالباً ما نراها مع الطلاب في الدروس، مثل الفرجار والمنقلة والزوايا القائمة والمسطرة، وهناك أدوات قياس الكترونية للزوايا.
- أدوات قياس التيار الكهربائي: وهي أجهزة معقدة للغاية، كونها تتطلب فهم أمور كثير تتعلق بالكهرباء وقوانينها، ومن أمثلتها جهاز الجلفانومتر وجهاز الأومتر وجهاز الفولتمتر وأجهزة قياس شدة التيار، ومن أجهزة القياس الشائعة بالنسبة للناس، هو عدادات الكهرباء التي تقيس كمية الكهرباء المستهلكة في المنازل.
- أدوات قياس الكتلة والوزن والحجم: وهي أدوات شائعة للغاية، ومنها الموازين الإلكترونية التي تحتوي على مؤشر، أو الموازين الرقمية التي تعمل على البطاريات أو الكهرباء، وتعطي غالبيتها القياس بالكيلو غرام أو الأطنان، وهناك الأدوات التي تقيس الحجم دون وزنه، كالأكواب المدرجة التي تقيس حجم المادة وتقاس باللتر، وهناك أدوات قياس تقيس الكتل والأوزان الدقيقة للغاية، والتي تستخدم في المختبرات العلمية أو الطبية.
- أدوات قياس الحرارة: وهي مختلفة للغاية بحسب المجال المستخدم، فهناك أجهزة الحرارة التي يستخدمها علماء الأرصاد الجوية، وهي أدوات معقدة بعض الشيء كما أن قرائنها صعبة، وهناك موازين الحرارة التي تقيس حرارة الجسم، وهي إما قديمة تحتوي على الزئبق داخلها، أو تأتي حديثة بشكل رقمي.
- أدوات قياس الوقت: والتي تتمثل بالساعات التي تحتوي على العقارب أو الساعات الرقمية، إضافة إلى الساعات التي تستخدم كمؤقتات للزمن.
- أدوات قياس أخرى: مثل أدوات قياس الضغط التي تستخدم لتحديد ضغط الهواء أو ضغط الدم وما إلى ذلك، وأدوات قياس شدة الصوت والموجات الصوتية وهي أجهزة حساسة للغاية، وعدادات قياس السرعة في السيارات والكيلومتر الجراف لقياس المسافات التي تقطعها السيارة.

### أنواع أخطاء القياس

- لقد رأينا سابقاً أنه عملية القياس هي إجراء مقارنة كمية بوحدة قياسية، ونظراً لأن هذه المقارنة لا يمكن أن تكون مثالية، فإن القياسات تتضمن بطبيعتها الخطأ، وهذا الخطأ هو مقدار انحراف القيمة المقاسة عن القيمة الحقيقية، وبشكل عام، يمكن تصنيف أخطاء القياس إلى الأنواع التالية:
- **الأخطاء المنهجية:** هي تحيزات في القياس تؤدي إلى موقف يختلف فيه متوسط العديد من القياسات المنفصلة اختلافاً كبيراً عن القيمة الفعلية للسمه المقاسة في اتجاه واحد، والخطأ المنهجي يجعل القيمة المقاسة دائماً أصغر أو أكبر من القيمة الحقيقية، ويمكن تصنيف هذه الأخطاء لما يلي:
    - **أخطاء المراقبة أو الملاحظة:** وقد تحدث بسبب دراسة خطأ قراءة الأداة، ومصادر هذه الأخطاء كثيرة، مثل مقياس الفولتمتر الذي قد يتأرجح المؤشر الذي داخله قليلاً فوق سطح المقياس مما يسبب خطأ في القياس.
    - **الأخطاء البيئية:** وتحدث بسبب الوضع الخارجي لأجهزة القياس، مثل التعرض لدرجة الحرارة أو القوة أو الرطوبة أو الأوساخ، أو الاهتزاز أو حتى اختلاف المجال الكهروستاتيكي أو المغناطيسي للجهاز.
    - **أخطاء إساءة استخدام الجهاز:** وهذا يحدث إما في الأداة وذلك بسبب خطأ الميكانيكي، أو جهل الشخص الذي يستخدم الأداة.
    - **أخطاء القيود المتأصلة في الأجهزة:** وهذه الأخطاء جزء لا يتجزأ من الأجهزة بسبب ميزاتها وهي الترتيب الميكانيكي، فمثلاً، إذا كان الجهاز يستخدم الزنبرك الدقيق في القياس، فقد تحدث الأخطاء به مع مرور الزمن بسبب فقدان التباطؤ أو الاحتكاك.
    - **أخطاء تأثير التحميل:** وتحدث بسبب التحميل الزائد على الجهد الافتراضي لأداة أو جهاز القياس، مما يجعل الجهاز يعطي نتائج غير صحيحة أو عشوائية.
  - **الأخطاء الإجمالية:** ويمكن تعريفها على أنها أخطاء مادية في جهاز التحليل أو حساب نتائج القياس وتسجيلها، وبشكل عام، يحدث هذا النوع من الأخطاء خلال التجارب في أي مكان قد يدرس فيه الباحث أو يسجل قيمة مختلفة عن القيمة الحقيقية.
  - **الأخطاء العشوائية:** وهذا النوع من الخطأ موجود باستمرار في القياس، والذي يحدث بشكل أساسي عن طريق التذبذبات العشوائية في تحليل قياس الجهاز، أو في فهم المجرب لقراءة الجهاز، وتظهر هذه الأنواع من الأخطاء على أنها نتائج غير متشابهة للقياس المتكرر المماثل، والذي يمكن توقعه من خلال مقارنة العديد من القياسات مع تكثيف متوسط قياسات عديدة.

### حساب أخطاء القياس

- لا يعني حساب الأخطاء في نظام القياس أن البعد غير صحيح، وإنما هو ضرورة ملحة للتأكد، ويتم تصنيف هذه الأخطاء بحسب القياس إلى ثلاثة أنواع، وهي:
- **حساب الخطأ المطلق:** يمكن تعريف الخطأ المطلق على أنه الاختلاف بين القيم الفعلية VA والقيم المقاسة VE، ويعبر عنها بالقانون الخطأ المطلق  $VA - VE$ .

- **حساب الخطأ النسبي:** وهو الخطأ المطلق مقسوم على القيمة الفعلية، وبما أن القيمة المطلقة هي  $VA-VE$ ، والقيمة المقاسة هي  $VE$ ، فيكون الخطأ النسبي  $VA-VE \div VE =$
- **حساب النسبة المئوية للخطأ:** والذي ينص على أن النسبة المئوية للخطأ، يتم استخراجها من ضرب الخطأ النسبي ب 100، وبالتالي يكون القانون  $(VA-VE \div VE) \times 100 = \%$

**مثال على أخطاء القياس**

تنص المسألة أنه إذا تم حساب الطول على أنه 5.8 قدم، لكن الطول المطلق كان 5.72 قدم، فاحسب الخطأ المطلق وكذلك النسبة المئوية؟ فيكون الحل هو التالي: [4]

- نقوم بتحديد معطيات المسألة وهي هنا القيمة الفعلية هي  $VA=5.8$  قدم، والقيمة المقاسة هي  $VE=5.72$  قدم.
- يكون الخطأ المطلق هو  $VA-VE$ ، وبالتعويض يكون  $5.8 - 5.72 = 0.08$  قدم
- ويكون الخطأ النسبي هو  $VA-VE \div VE$ ، وبالتعويض بالقيم يكون  $0.08 \div 5.72 = 0.014$
- وتكون النسبة المئوية للخطأ  $(VA-VE \div VE) \times 100 = \%$ ، وبالتعويض في القيم يكون  $100 \times 0.014 = 1.4\%$ .

**خاتمة عن القياس**

يعتبر القياس من أقدم الكميات الفيزيائية التي تعامل معها الإنسان القديم، فكان وجودها ضرورة حتمية لتسهيل التبادل بين الناس، ومع تطور المجالات المختلفة في علوم الفيزياء، أصبح دراسة القياس أعمق وأكثر دقة، وهذا ما أوضحناه بشكل فعلي من خلال هذا البحث العلمي الذي قدمناه، حيث تعرفنا من خلاله على علم القياس ومفهوم عملية القياس وما يدور حولها من تعاريف مهمة، إضافة إلى التعمق في التفاصيل الهامة الأخرى المرتبطة بها، كوحدات القياس وأدواته وأنواعه وطرق القياس وأخطائه وكيفية حسابه وكل ما يخصه.