

الوحدة الأولى

1

القياس

- 1-1 مقدمة
- 2-1 الكميات الفيزيائية
- 1-2-1 الكميات الأساسية
- 2-2-1 الكميات المشتقة
- 3-1 الوحدات الأساسية
- المتر - الكغ - الثانية
- 4-1 قياس الزوايا المستوية
- اسئلة وتمارين

1-1 مقدمة:

قديمًا قال اللورد كلفن - العالم الفيزيائي المشهور - "إن المعرفة المجردة ليست كافية إلا إذا عبرنا عنها بالأرقام". وعلى الرغم مما يبدو في هذا القول من تعميم إلا أنه يوضح ما يفكر به الفيزيائي دائمًا في بحوثه وتجاربه وأعماله.

ونحن عندما نقوم بالتعبير عن الكميات الفيزيائية بالأرقام، فإننا نحتاج إلى استعمال الحساب والرياضيات لبيان العلاقات بين مختلف المتغيرات، ونحتاج أيضاً إلى القدرة على التحكم في هذه العلاقات، وهذا يفسر لماذا تكون الرياضيات لغة الفيزياء؛ فبدون الحساب يصعب علينا أن نحلل الظاهرة الفيزيائية، سواء من وجهة نظرية، أو من وجهة تجريبية. فالرياضيات أداة الفيزيائي، وعليه أن يتعامل معها بكل مهارة وشمولية، وذلك بقصد استمرار استعمالها وعدم التوقف عند لحظة معينة.

لذلك، فإن ملاحظة الظاهرة لا تكفي، وتكون هذه الملاحظة غير كاملة حتى تؤدي إلى معلومات كمية عن تلك الظاهرة؛ وللحصول على هذه المعلومات الكمية، نحتاج إلى قياس الصفات الفيزيائية لهذه الظاهرة .

والقياس هو أسلوب يتم بواسطته التعبير عن صفة لظاهرة فيزيائية برقم معين، كنتيجة لمقارنة هذه الصفة بكمية معيارية مشابهة تم التعارف عليها كوحدة اعتبارية للقياس. فمثلا الصندوق المكعب الشكل ظاهرة فيزيائية؛ لأنه يؤثر على الحواس مباشرة، وطول الصندوق، وعرضه، وارتفاعه، وحجمه، وكتلته، كلها صفات لهذه الظاهرة فنقيس الطول، أو العرض، أو الارتفاع، باستخدام وحدة معيارية هي المتر، أو السنتيمتر، أو القدم. والكتلة صفة نقيسها بوحدة معيارية تم التعارف عليها هي الغرام أو الكيلوغرام ... وهكذا.

يجب عند القيام بقياس صفة ما أخذ الاحتياطات اللازمة لئلا نؤثر على الصفة التي هي محل القياس . فمثلا عندما نقيس درجة حرارة سائل ما، فإننا نأتي بميزان حرارة ونغمس مستودعه في داخل السائل، وبما أن درجة حرارة المستودع تختلف في الأصل عن درجة حرارة السائل، فإن كمية من الحرارة تنتقل من السائل إلى ميزان الحرارة أو العكس، وبالتالي تتغير كمية الحرارة في السائل وكذلك درجة حرارته، وهذا يعني أن الصفة المراد قياسها تتغير في أثناء عملية القياس بسبب إجراءاتنا التي نقوم بها؛ ولذلك عند القيام بعملية القياس هذه علينا أن نستخدم ميزان حرارة مناسب، بحيث لا يمتص كمية كبيرة من حرارة السائل، وبالتالي تبقى قراءتنا لدرجة حرارة السائل قريبة جدا من القيمة الحقيقية لها .

وهناك أيضاً أمر آخر، وهو أن عمليات القياس المختلفة تتأثر إلى حد ما بالأخطاء التجريبية (Experimental errors) الناتجة عن عدم الدقة في الجهاز المستخدم في القياس، وبالأخطاء الشخصية (Personal errors) الناتجة عن استخدام الحواس في القراءة كالنظر واللمس والسمع. وهذا يستدعي أن نستخدم في عملية القياس أساليب محددة ودقيقة ومصممة لقياس ما نقوم بقياسه، وأن يكون أثر الاضطراب الناتج عن الأخطاء التجريبية والشخصية محدوداً ودقيقاً.

وثمة أمر آخر، وهو أن تعريف الصفة الفيزيائية التي نقيسها يجب أن يكون عملياً (Operational) بمعنى أن يبين التعريف بكل وضوح أو بشكل ضمني كيفية قياس الصفة التي نقيسها، فمثلاً تعريف السرعة أنها المعدل الذي يتحرك به الجسم تعريف غير عملي؛ أما إذا قلنا إن السرعة هي المسافة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن هو تعريف عملي لأننا نقيس المسافة والزمن، ونقسم الأول على الثاني، فيعطينا السرعة .

2-1 الكميات الفيزيائية Physical Quantities

الصفة الفيزيائية القابلة للقياس (أي التعبير عنها بالأرقام باستخدام أداة قياس معينة) تسمى كمية فيزيائية فقولنا مثلاً (اللون) لا يعني كمية فيزيائية، أما قولنا (شدة اللون) أو (طول موجة اللون) فهي كميات فيزيائية؛ لأنها صفات يمكن أن نقيسها. وهناك نوعان من الكميات الفيزيائية هما:

1-2-1 الكميات الفيزيائية الأساسية Fundamental Physical Quantities

هي الكميات التي تكون معروفة بذاتها، وتعرف بما تم الاصطلاح به عليها، وهي لا تُعرَّفُ بدلالة الكميات الفيزيائية الأخرى؛ ولذلك تسمى أحياناً الكميات الفيزيائية غير المعرَّفة (Undefined)، مثل: الكتلة، والمسافة، والزمن. وهذه هي الكميات الفيزيائية الأساسية في علم الميكانيكا فنقول إن الكتلة هي مقدار ما في الجسم من مادة، فلم نُعرِّفها بدلالة غيرها من الكميات وهناك كميات أساسية أخرى، مثل: الشحنة ودرجة الحرارة وغيرهما.

2-2-1 الكميات الفيزيائية المشتقة Derived Physical Quantities

وهي الكميات التي يتم اشتقاقها من الكميات الأساسية، وتُعرَّفُ بدالاتها؛ ولذلك تسمى أحياناً بالكميات المعرَّفة (Defined)، مثل: السرعة والتسارع والقوة والشغل؛ فمثلاً يُعرَّفُ الشغل بأنه ناتج ضرب القوة في الإزاحة.

من الضروري أن نعلم أن قياس الكمية الفيزيائية يعني تحديد مقدارها بأداة القياس. والمقدار

يعني رقما ووحدة قياس معيارية . ولذلك لا نكتفي بذكر رقم ليحدد مقدار كمية فيزيائية . فلا نقول، مثلا، إن كتلة الجسم تساوي 10 بل نقول كتلة الجسم تساوي 10 غرام، أي أن كتلة الجسم تساوي (10) أضعاف كتلة الغرام المتعارف والمصطلح عليها . وكذلك الحال بالنسبة لجميع الكميات الفيزيائية المعروفة وغير المعروفة .

3-1 الوحدات الأساسية Fundamental Units

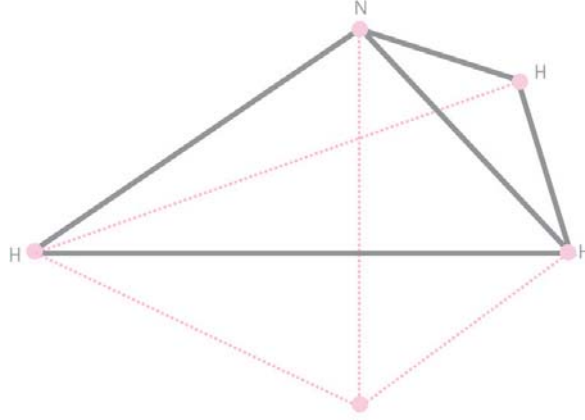
معظم الكميات الفيزيائية التي تُستخدم في الفيزياء، يمكن أن يتم ربطها بالكميات الأساسية الستة، وهي الكتلة، والمسافة، والزمن، وشدة التيار، والشمعة، ودرجة الحرارة. فمثلا، يقاس الشغل بوحدات الكتلة، والمسافة، والزمن؛ لأن الشغل عبارة عن وحدة قوة في وحدة مسافة . وينطبق القول نفسه على جميع الوحدات المشتقة؛ لذلك من الضروري فقط أن يتفق العلماء على وحدات الكميات الأساسية الست هذه، ليكون لدينا نظام متجانس من الوحدات. ولذلك اتفق علماء الفيزياء في مؤتمر المواصفات والمقاييس، على استخدام نظام عالمي للوحدات يطلق عليه اسم نظام (SI) وهذا النظام هو الذي سنلتزم به في هذا الكتاب.

في هذا النظام المذكور، تم اتفاق العلماء على استخدام وحدات المتر والكيلوغرام والثانية، كوحدات معيارية للكميات الأساسية في الميكانيكا، وهي المسافة والكتلة والزمن على التوالي، وتُعرفُ هذه الوحدات بوحدات MKS، أي بالعربية م.كغ. ث. وفي ما يأتي عرض مبسط لهذه الوحدات .

أ- المتر Meter: وهو وحدة الطول، ويساوي 1560763.73 من طول موجة الضوء الأحمر المنبعث في الفراغ من نظير الكريبتون 86 عند درجة حرارة النقطة الثلاثية للنتروجين وتساوي (-210°) س.

ب- الكيلو غرام Kilogram: وهو وحدة الكتلة، وهو يساوي كتلة 10^{-3} متر مكعب (1 لتر) من الماء المقطر في درجة حرارة $+4^{\circ}$ س .

ج- الثانية Second : وهي وحدة الزمن، وهي تساوي (86400/1) من معدل اليوم الشمسي، ويمكن ربط قيمتها بخاصية ذرية، فمثلاً جزئ الأمونيا (NH_3) له تركيب هرمي قاعدته من ثلاث ذرات هيدروجين، وتقع ذرة النيتروجين (N) عند قمة الهرم، كما في الشكل (1). ويوجد وضع مماثل لوضع ذرة النتروجين أسفل قاعدة الهرم، وتتذبذب ذرة النتروجين بين الموقعين في فترة زمنية محددة. وعليه تُعرفُ الثانية بأنها الزمن الذي تحتاجه ذرة النتروجين لتعمل $10^{10} \times 2.378588$ ؟ ذبذبة بين الموضعين.



الشكل (1)

تذبذب ذرة النيتروجين بين موقعي ائزان في جزئى الامونيا NH_3

بالإضافة إلى نظام MKS في النظام العالمي للوحدات، فإن هناك نظاماً آخر، وهو نظام الوحدات الأصغر والمشتقة من هذا النظام، وهو نظام CGS أي سنتيمتر-غرام-ثانية.

وهناك الوحدات البريطانية للكميات الفيزيائية الأساسية في الميكانيكا، وهذا النظام شائع الاستعمال في الهندسة الميكانيكية، وهو نظام Foot-Slug-Sec فوحدة المسافة هي القدم، ووحدة الكتلة هي Slug (وهي الكتلة التي إذا أثرت عليها قوة قدرها 1 باوند اكتسبت تسارعاً مقداره 1 قدم/ث²) ووحدة الزمن هي الثانية (Second) ووحدات قياس الطول في النظام البريطاني هي:-

1 yd = 3 ft	1 ياردة = 3 قدم
1 ft = 12 in	1 قدم = 12 بوصة
1 mi = 1760 yd	1 ميل = 1760 ياردة
= 5280 ft	= 5280 قدم

وتسهيلاً للتعبير عن الكميات الفيزيائية الكبيرة جداً، فإننا نستخدم مقاطع (Prefixes) لتدل على أجزاء أو مضاعفات الوحدة، كما يبين الجدول (1-1) الآتي: