

الكميات الفيزيائية والابعاد

علم الفيزياء هو العلم الأساس الذى يبحث فى الظواهر الطبيعية وصفا وفهما وتحليلا وذلك من خلال المشاهدة والتجربة والقياس.

الكميات الفيزيائية

سمى علم الفيزياء بعلم القياسات فالكميات الفيزيائية يجب أن تكون قابلة للقياس ومن أهم عناصر القياس هى الوحدات.

على سبيل المثال: لو عرفت كتلة جسم ما على أنها مقدار ما يحتويه الجسم من مادة، فهذا لن يكفى لتعريف كتلة الجسم. لذلك فإن تعريف أى كمية فيزيائية لابد أن يعطى القاعدة أو القواعد التى يمكن بها حساب هذه الكمية بدلالة كميات أخرى يمكن قياسها.

من امثلة القياس فى حياتنا:

.الساعة التى نضعها على أيدينا لمعرفة وتنظيم وقتنا جهاز قياس مهم. أليس كذلك؟

.قيادتك للسيارة بأمان مرتبطة بعدة أجهزة قياس (عداد سرعة السيارة - مؤشر درجة الحرارة - مؤشر خزان الوقود إلخ).

.عداد الكهرباء والماء الموجودين عند مدخل البيت هما أجهزة قياس الاستهلاك وعلى أساسها ندفع الفاتورة إلى الشركات.

.التبادلات التجارية بين مختلف الدول مبني على الموازين والمكاييل.

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

ولذا يعرف القياس: بأنه أسلوب يتم بواسطته التعبير عن صفة لظاهرة فيزيائية برقم معين, كنتيجة لمقارنة هذه الصفة بكمية معيارية مشابهة تم التعارف عليها كوحدة اعتبارية للقياس.

الكميات الفيزيائية: الصفة الفيزيائية القابلة للقياس تسمى كمية فيزيائية فقولنا مثلاً (اللون) لايعني كمية فيزيائية, أما قولنا (شدة اللون) أو (طول موجه اللون) فهي كميات فيزيائية, لأنها صفات يمكن أن نقيسها.

تنقسم الكميات الفيزيائية إلى قسمين:-

(1) الكميات القياسية:

وهي الكميات التي يمكن تحديدها بالمقدار فقط، مثل الكتلة والزمن ودرجة الحرارة.

(2) الكميات المتجهة:

وهي الكميات التي لا يكفي تحديدها بذكر مقدارها فقط ولكن يلزم معرفة الإتجاه أيضاً، فمثلاً عند الحديث عن السرعة يلزم ذكر المقدار والإتجاه.

ان الكميات الفيزيائية تعرف باستخدام طريقتين هما:-

من خلال طريقة قياسها measurements

او من خلال طريقة حسابها calculations

فعلى سبيل المثال يمكن استخدام المسطرة لقياس المسافات أو استخدام ساعة الإيقاف لقياس الزمن بين حدثين كلاً من المسافة والزمن عرف من خلال طريقة قياسه.

أما الطريقة الثانية تعتمد على الحساب فمثلاً السرعة تحسب من المسافة على الزمن.

وقد أُصطلح على ان طريقة القياس المستخدمة لتعريف أي كمية فيزيائية على انه تعريف إجرائي operational definition، فكلّاً من الكتلة mass او الطول length أو الزمن time كلها كميات فيزيائية اساسية تعرف بطريقة القياس وهي طريقة التعريف الإجرائي.

كما أن هناك كميات فيزيائية مشتقة مثل السرعة والعجلة والقوة والطاقة وسميت كميات فيزيائية مشتقة لأنها تعتمد على الكميات الفيزيائية الأساسية.

ويتم تعريف تلك الكميات من خلال طريقة حسابها فمثلاً تعرف السرعة بأنها مقدار التغير في المسافة على الزمن، لاحظ هنا أن تعريف السرعة كان من خلال وصف الطريقة التي نحسبها بها والتي تعتمد على كميات فيزيائية أساسية هي المسافة والزمن.

وبذلك يمكن ايضا تقسيم الكميات الفيزيائية الى:-

(1) **كميات أساسية:** هي الكميات التي تكون معروفة بذاتها أي أنها لا تعتمد على غيرها بالتعريف بل هي معرفة بذاتها, مثل: الكتلة, المسافة, الزمن, الشحنة, ودرجة الحرارة وغيرها.

(2) **كميات مشتقة:** وهي الكميات التي يتم اشتقاقها من الكميات الأساسية, وتُعرّف بدلالاتها مثل: السرعة, العجلة, القوة, الضغط, الكثافة, والشغل.

الكميات الأساسية

الرمز	الوحدة	Measured Quantity	الكمية المقاسة
m	meter	Length	الطول
Kg	Kilogram	Mass	الكتلة
s	Second	Time	الزمن
K	Kelvin	Temperature	درجة الحرارة
A	Ampere	Electrical Current	شدة التيار الكهربائي
mol	Mole	Quantity of matter	كمية المادة
Cd	Candela	Luminosity	شدة الاستضاءة
rd	Radian	Plane angle	الزاوية المسطحة

الكميات المشتقة

الرمز	القانون الفيزيائي	Measured Quantity	الكمية المقاسة
m²	الطول x الطول	Surface	المساحة
m³	الطول x الطول x الطول	Volume	الحجم
m/s	الطول / الزمن	Speed	السرعة الخطية
Hz	1 / الزمن	Frequency	الذبذبة
kg/m³	الكتلة / الحجم	Density	الكثافة
m/s²	السرعة / الزمن	Acceleration	العجلة
N	العجلة x الكتلة	Force	القوة
N/m²	القوة / المساحة	Pressure	الضغط
m³/s	الحجم / الزمن	Flow Rate	التدفق

وحدات الكميات الفيزيائية Units of physical quantities

أي كمية فيزيائية يجب أن يكون لها وحدة قياس إلى جانب قيمتها العددية إذ أنه لا معنى لقولنا أن المسافة بين مدينة القاهرة ومدينة الاسكندرية هي 200 (دون ذكر وحدة القياس) لأن 200 كيلو متر تختلف عن 200 متر تختلف عن 200 ميل حيث أن الكيلو متر والمتر والميل هي وحدات قياس الطول.

أنظمة القياس

النظام البريطاني: قدم – باوند – ثانية (F B S).

النظام الفرنسي: سنتيمتر – جرام – ثانية (C G S system).

النظام الدولي IS: متر – كيلوجرام – ثانية (M K S system).

أبعاد الكميات الفيزيائية

Dimensions of physical quantities

بُعد أي كمية فيزيائية يحدد طبيعة هذه الكمية فيما إذا كانت كتلة Mass أو طول Length أو زمن Time وتكتب أبعاد أي كمية طبيعيه بدلالة الكتلة (M) والطول (L) والزمن (T). ولمعرفة اعتماد بعد أي كمية طبيعية على الأبعاد الأساسية فإنه يستعان بما يسمى " بمعادلة الأبعاد " التي تكتب عادة باستخدام أقواس مربعة على الصورة:

$$[A] = [L]^{\alpha} [M]^{\beta} [T]^{\delta}$$

وفيها تكون الأسات α, β, δ كسور أو اعداد صحيحة موجبة أو سالبة. لنحاول الآن تطبيق معادلة الأبعاد لإيجاد أبعاد بعض الكميات الطبيعية:

المساحة: حيث أن مساحة مستطيل مثلا = الطول × العرض, وحيث أن بعد كل من الطول والعرض هو L. $\therefore$ المساحة = $L^2 = (L \times L)$ وتعنى هذه النتيجة أن بعد المساحة هو مربع الطول.

وبالنسبة إلى دائرة قطرها D فان:

المساحة = $D^2 \times \left(\frac{\pi}{4}\right)$ وحيث أن المقدار $\frac{\pi}{4}$ مجرد عدد ليس له أبعاد, فإنه بالنسبة إلى الدائرة أيضا تكون المساحة هي L^2 أي أن بعد المساحة لأي شكل هندسى هو مربع الطول.

الكثافة: حيث أن الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$ ∴ الكثافة = $\frac{M}{L^3}$

$$ML^{-3} =$$

وإذا اتبعنا نظام الوحدات (سم . جم . ث) فأننا نستطيع التعبير عن هذه النتيجة أيضا بقولنا أن وحدة الكثافة هي جم سم⁻³.

الوزن النوعي: يعرف الوزن النوعي لمادة ما بأنة النسبة بين كثافة المادة وكثافة الماء.

$$M^0 L^0 = \frac{ML^{-3}}{ML^{-3}} =$$

أى أن: الوزن النوعي =

اي ان الوزن النوعي لا أبعاد له.

السرعة: تعرف السرعة بأنها = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$ = $\frac{L}{T} = LT^{-1}$

العجلة: العجلة = السرعة / الزمن = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}^2} =$

$$LT^{-2} = \frac{L}{T^2} = \text{العجلة}$$

وتكون وحداتها فى النظام (سم . جم . ث) هي سم/ث² بينما تكون وحداتها فى النظام (م . كجم . ث) هي م/ث².

نظرية الأبعاد وتطبيقاتها

تحتّم نظرية الأبعاد على أن يكون طرفا المعادلات الرياضية متجانسين من حيث الأبعاد. لذلك نجد أنه من فوائد الأبعاد ما يلي:

1- اختبار مدى صحة القوانين الفيزيائية

وذلك بأن نعوض بالمعادلة البعدية لكل كمية فى القانون بعد صياغته فى صورة معادلة رياضية وإذا اتفق أبعاد كل من طرفى معادلة القانون دل ذلك على صحة هذه العلاقة. مثال: باستخدام معادلة الأبعاد اثبت مدى صحة العلاقة الآتية والتي تربط بين زمن الذبذبة للبندول البسيط وبين طول خيطه.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

حيث: T زمن الذبذبة، L طول خيط البندول، g عجلة الجاذبية الأرضية.

الحل: أبعاد الطرف الأيسر فى القانون هى T أبعاد الطرف الأيمن يمكن كتابتها كما يلى (بعد استبعاد المقدار الثابت 2π).

$$\left(\frac{L}{L T^{-2}} \right)^{\frac{1}{2}} = [T^2]^{\frac{1}{2}} = T$$

ومن ثم يتضح أن طرفى القانون متساويان مما يحقق صحة القانون المعطى.

2- التحقق من المقادير الثابتة التى تدخل ضمن أى كمية طبيعية

وعلى سبيل المثال للتأكد من الثابت 2π فى مثال البندول البسيط السابق الذكر، فبتطبيق نظرية الأبعاد يمكن التعرف على حقيقة هذا الثابت.

نكتب قانون البندول البسيط على الصورة الآتية:

$$T = a \left(\frac{L}{g} \right)^{\frac{1}{2}}$$

حيث a كمية ثابتة. وبتعيين أبعاد طرفى المعادلة نجد أن:

$$T = a \left\{ \frac{L}{LT^{-2}} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

ويتضح من هذا أن المقدار a كمية عديمة فقط لا أبعاد لها وقد وجد عمليا أن قيمة هذا العدد الثابت هو 2π .

3- تعيين أبعاد كمية فيزيائية مجهولة

هناك العديد لهذا التطبيق سنتناوله بالدراسة لتعيين البعد (والوحدة القياسية) لبعض الكميات حين التصدى لها ومن أمثلة ذلك معاملات المرونة ومعامل اللزوجة وغيرها من الكميات الفيزيائية الأخرى.

4- الكشف عن قانون فيزيائى جديد

يمكن تطبيق قانون المعادلة البعدية فى الكشف عن قانون فيزيائى جديد يربط بين عدد من الكميات الفيزيائية والمثال الأتى يوضح نظرية المعادلة البعدية لاستنتاج معادلة ضغط السائل فى الأنابيب الراسية.

مثال: إذا وضع سائل فى أنبوبة راسية، اوجد ضغط هذا السائل بمعلومية ارتفاع السائل فى الأنبوبة وكثافة السائل وعجلة الجاذبية الأرضية.

الحل: نفرض ان ضغط السائل P وارتفاع السائل فى الأنبوبة h وكثافة السائل ρ وان عجلة الجاذبية الأرضية g .
وحيث أن الضغط يتوقف على هذه العوامل الثلاثة فيمكن كتابة معادلة الأبعاد كما يلى:

$$P = h^a \cdot \rho^b \cdot g^c$$

حيث كل من a, b, c مقادير عددية ثابتة يمكن تعيين قيمة كل منها وذلك بالتعويض عن أبعاد الكميات الأربعة فى المعادلة السابقة.

بعد الطرف الأيسر من المعادلة السابقة هو:

$$ML^{-1}T^{-2}$$

بعد الطرف الأيمن من المعادلة السابقة هو:

$$L^a \cdot (ML^{-3})^b \cdot (LT^{-2})^c = L^a \cdot M^b \cdot L^{-3b} \cdot L^c T^{-2c}$$

$$= L^{a-3b+c} \cdot M^b \cdot T^{-2c}$$

وعلى تكتب المعادلة البعدية كالآتى:

$$= L^{a-3b+c} \cdot M^b \cdot T^{-2c} = ML^{-1}T^{-2}$$

بمساواة أساس طرفى المعادلة البعدية نجد أن:

$$a = 1, b = 1, c = 1$$

$$P = \rho g h$$

أى أن الضغط يتناسب طردياً مع كل من ارتفاع السائل فى الأنبوبة وكثافة السائل وعجلة الجاذبية الأرضية.