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 التي 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 الموازيين والمكاييل.

القياسات (أو المترولوجيا) هي علم شامل يدخل في جميع العلوم الطبيعية والتكنولوجيه. 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: بانه أسلوب يتم بواسطته التعبيرعن صفة لظاهرة فيزيائية برقم معين, كنتيجة لمقارنة هذه الصفة بكمية معيارية مشابهه 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:

وهى الكميات التى يمكن تحديدها بالمقدار فقط، مثل الكتلة والزمن ودرجة الحرارة.

(2) الكميات المتجهة:

وهى الكميات التى لا يكفى تحديدها بذكر مقدارها فقط ولكن يلزم معرفة الإتجاه أيضاً، فمثلا 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 فمثلاُ السرعة تحسب من المسافة على الزمن.

وقد أصطلح على ان طريقة القياس المستخدمة لتعريف أي كمية فيزيائية على انه تعريف إجرائي operational definition، فكلاً 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 مشتقه:** وهي الكميات التي يتم اشتقاقها من الكميات الأساسية, وتُعرَّف بدلالتها مثل: السرعة, العجلة, القوة, الضغط, الكثافة, والشغل.

الكميات الأساسية

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

الكميات المشتقة

الكمية المقاسة Measured Quantity		القانون الفيزيائي	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
العجلة	Acceleration	السرعة / الزمن	m/s^2
القوة	Force	العجلة x الكتلة	N
الضغط	Pressure	القوة / المساحة	N/m^2
التدفق	Flow Rate	الحجم / الزمن	m^3/s

وحدات الكميات الفيزيائية Units of physical quantities

أي كميـــة فيزيائيـــة يجـــب أن يكـــون لهـــا وحـــدة قيـــاس إلـــى جانـــب قيمتهـــا العدديـــة إذ أنـــه لا معنـــى لقولنـــا أن المســـافة بـــين مدينـــة القـــاهرة ومدينـــة الاســـكندرية هـــي 200 (دون ذكـــر وحـــدة القيـــاس) لأن 200 كيلـــو متـــر تختلـــف عـــن 200 متـــر تختلـــف عـــن 200 ميـــل حيـــث أن الكيلـــو متـــر والمتـــر والميـــل هـــي وحـــدات قياس الطول.

أنظمة القياس

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

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

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

أبعاد الكميات الفيزيائية

Dimensions of physical quantities

بُعد أي كمية فيزيائية يحدِد 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 أى كمية طبيعية على الأبعاد الأساسية فانه يستعان بما يسمى " بمعادلة الأبعاد " التى تكتب عادة باستخدام أقواس مربعة على الصورة:

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

وفيها تكون الأسات α, β, δ كسور او اعداد صحيحة موجبة أوسالبة.

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.

∴ المساحة = (L x L) = L^2 وتعنى هذه النتيجة أن بعد المساحة هو مربع الطول.

وبالنسبة إلى دائرة قطرها D فان:

المساحة = $\left(\frac{\pi}{4}\right)$ x D^2 وحيث أن المقدار $\frac{\pi}{4}$ مجرد عدد ليس له أبعاد, فانه بالنسبة إلى الدائرة أيضا تكون المساحة هى L^2 أى أن بعد المساحة لأى شكل هندسى هو مربع الطول.

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

$= ML^{-3}$

وإذا اتبعنـــا نظـــام الوحـــدات (ســـم . جـــم . ث) فأننـــا نســـتطيع التعبيـــر عن هذه النتيجة أيضا بقولنا أن وحدة الكثافة هى جم سم$^{-3}$.

الـــوزن النـــوعى: يعـــرف الـــوزن النـــوعى لمـــادة مـــا بأنـــة النســـبة بـــين كثافة المادة وكثافة الماء.

أى أن: الوزن النوعى = $\frac{ML^{-3}}{ML^{-3}}$ = M^0L^0

اى ان الوزن النوعى لا أبعاد له.

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

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

العجلة = $\frac{L}{T^2}$ = LT^{-2}

وتكـــون وحـــداتها فـــى النظـــام (ســـم . جـــم . ث) هـــى ســـم/ث^2 بينمـــا تكون وحداتها فى النظام (م . كجم . ث) هى م/ث^2.

نظرية الأبعاد وتطبيقاتها

تحتم 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 بان 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 والتى 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 عددية 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: أذا 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:

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

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:

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

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

وعلية تكتب المعادلة البعدية كالأتى:

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

بمساواة أساس طرفى المعادلة البعدية نجد أن:

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

$$P = \rho g h \therefore$$

أى أن الضـــغط يتناســـب طرديـــا مـــع كـــل مـــن ارتفـــاع الســـائل فـــى الأنبوبة وكثافة السائل وعجلة الجاذبية الأرضية.