المحاضرة (١)

علم القياس

Physics and Measurements

علم الفيزياء هو علم تجريبي يهتم بكشف أسرار الطبيعة، فكل شيء نعرفه عن هذا الكون وعن القوانين التي تحكمه تم التوصل إليها عن طريق القياسات والملاحظات لأي ظاهرة طبيعية. ويعرف علم الفيزياء أيضاً بأنه علم القياس ***Science of measurements*** يقول العالم الشهير كلفن "عندما تستطيع قياس ما تتكلم عنه وتعبر عنه بالأرقام فإنك إذاً تعرف شيئاً عنه، ولكنها عندما لا تستطيع التعبير عنه بالأرقام فإن معرفتك في هذه الحالة غير كافية ولكن تعتبر البداية".

Physical Quantity

لتعريف الكمية الفيزيائية ***Physical Quantity*** فإنه يجب أولا أن نعرف طريقة قياس هذه الكمية أو طريقة حسابها رياضياً من كميات أخرى. فعلى سبيل المثال يمكن تعريف المسافة والزمن بواسطة وصف الطريقة التي يمكن أن نقيس كلاً منهما، وبالتالي يمكن تعريف سرعة جسم متحرك بواسطة حساب حاصل قسمة المسافة على الزمن. في هذه الحالة فإن كلاً من المسافة والزمن هما كميتان فيزيائيتان أساسيتان بينما السرعة فهي كمية فيزيائية مشتقة ***Derived Physical Quantity***.

تسمى هذه الطريقة من التعريف بالتعريف الإجرائي ***Operational Definition*** . وبالتالي تعتمد على وصف طريقة القياس لأية كمية فيزيائية. هناك كميات فيزيائية كثيرة تعتمد على هذه الطريقة من التعريف وهذه هي الكميات الأساسية فمثلاً في علم الميكانيكا فإن الكميات الأساسية التي سنستخدمها هي الكتلة والطول والزمن.

وحدات الطول Units of Length

تعتبر وحدة قياس المسافة (الكيلومتر) كبيرة في بعض الأحيان فمثلاً لقياس طول غرفة الدراسة أو قياس مسافة عرض الشارع فإنه يمكن استخدام وحدات مشتقة مثل المتر أو السنتمتر أو الميليمتر، أما في حالة قياس مسافات ذرية فإننا نستخدم وحدات أصغر مثل الأنجسترم. الجدول التالي يوضح قيمة وحدات المسافة المشتقة بالمتر.

1	kilometer	(km)	$=10^{3}$m
1	decimeter	(dm)	$=10^{-1}$m
1	centimeter	(cm)	$=10^{-2}$m
1	millimeter	(mm)	$=10^{-3}$m
1	micrometer	(µm)	$=10^{-6}$m
1	nanometer	(nm)	$=10^{-9}$m
1	angstrom	(Å)	$=10^{-10}$m
1	picometer	(pm)	$=10^{-12}$m
1	femtometer	(fm)	$=10^{-15}$m

الكميات المشتقة

جميع الكميات الفيزيائية التي تقاس الفيزيائيين يمكن التعبير عنها من حيث الوحدة الأساسية الثلاثة للطول والكتلة، والوقت. على سبيل المثال، وسرعة ببساطة طول مقسوما الوقت، وفعلا تضاعفت القوة الجماعية التي كتبها طول مقسوما الوقت المربعة.

[Speed] = L/T = LT^{-1}

[Force] = ML/T^2 = MLT^{-2}

المعادلات في التأكد من صحة **Dimensional Analysis** الأبعاد تستخدم تحليل للمعادلة والعلاقات الرياضية المشتقة في الفيزياء حيث أن وحدة الطرف الأيمن يجب أن يساوي وحدة الطرف الأيسر للمعادلة، وإلا فإن المعادلة غير صحيحة.

Example

Using the dimensional analysis check that this equation $x = ½ at^2$ is correct, where x is the distance, a is the acceleration and t is the time.

Solution

$x = ½ at^2$

الطرف الأيسر للمعادلة له بعد طول، ولكي تكون المعادلة صحيحة فإن الطرف الأيمن يجب أن يكون له بعد طول أيضاً، وللتحقق من صحة المعادلة نستخدم تحليل الأبعاد لطرفي المعادلة.

$$L = \frac{L}{T^2} \times T^2 = L$$

This equation is correct because the dimension of the left and right side of the equation have the same dimensions.

Example

Show that the expression $v = v_o + at$ is dimensionally correct, where v and v_o are the velocities and a is the acceleration, and t is the time

Solution

The right hand side

$$[v] = L/T$$

The left hand side

Therefore, the expression is dimensionally correct.

Example

Suppose that the acceleration of a particle moving in circle of radius r with uniform velocity v is proportional to the r^n and v^m. Use the dimensional analysis to determine the power n and m.

Solution

Let us assume a is represented in this expression

$$a = k\, r^n\, v^m$$

Where k is the proportionality constant of dimensionless unit.

The right hand side

$$[a] = L/T^2$$

The left hand side

$$[k\, r^n\, v^m] = L^n\left(\frac{L}{T}\right)^m = \frac{L^{n+m}}{T^m}$$

therefore

$$\frac{L}{T^2} = \frac{L^{n+m}}{T^m}$$

Hence

$$n+m=1 \qquad \text{and} \qquad m=2$$

Therefore. $n = -1$ **and the acceleration** a **is**

$$a = k\, r^{-1} v^2$$

$k = 1$

$$a = v^2/r$$