الكلية	العلوم
القسم	الرياضيات
المادة باللغة الانجليزية	General Mechanics
المادة باللغة العربية	الميكانيك العام
المرحلة الدراسية	الاول
اسم التدريسي	م.د. عبدالكريم حمودي عساف
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	*Physical Measurements*
عنوان المحاضرة باللغة العربية	القياسات في الفيزياء
رقم المحاضرة	1
المصادر والمراجع	General Physics 1 (Mechanics and Heat) for Sciences and Engineering Faculties By Hasan Maridi Assistant Professor of Theoretical Nuclear Physics at Taiz University, Yemen https://www.hasanmaridi.com 2nd edition, 2020
	General Physics I: Classical Mechanics David G. Simpson Dept. of Natural Sciences, Prince George's Community College, Largo,Maryland Larry L. Simpson Union Carbide Corporation (ret.), South Charleston,West Virginia

القياسات في الفيزياء

Physical Measurements

1- 1 المقدمة : Introduction

إن التعبير عن الكميات في علم الفيزياء لابد أن يكون من خلال الأرقام والوحدات المناسبة وهو ما يكفي لوصفها وصفاً صحيحاً. كما أنَّ علم الفيزياء لم يكن ليصل إلى ما وصل إليه من دور ريادي في تحقيق الإنجازات العلمية والتقنية لو لم يكن علماً دقيقاً، ذلك أن جميع مسائله النظرية والعملية تحتم علينا التعامل مع كميات مقاسة، ويتم التعبير عنها بدلالة رقم ووحدة قياس مناسبة، متفق عليها ومتوافقة مع الكمية المطلوب قياسها. وهذا ما يقودنا بالضرورة إلى دراسة مسألتين هامتين وهما:

1- الوحدات (وحدات قياس الكميات البعدية) measurement units of dimensional quantities.

2- الأبعاد (الأسس الرياضية لوحدات القياس) units dimensions.

وهاتين المسألتين هما مضمون محاضرتنا، إذ أننا سنقدم من خلالها تعريفاً علمياً لمجمل وحدات القياس المتداولة، وسنوضح مفهوما بعدياً، مع ضرورة التوافق بين وحدات القياس وابعادها

وحدات القياس: Measurement Units

موضوع وحدات القياس وهو - بلا شك- موضوع أساسي في العلوم النظرية والتطبيقية، لا بد من التأكيد على أن الوحدات الثلاثة الأساسية: المتر، الكيلوغرام، الثانية، هي وحدات قياس الكميات الثلاثة الأساسية (الطول، الكتلة، الزمن) والمتداولة في دراسة علم الميكانيكا، قد تم زيادتها لاستكمال وحدات النظام الدولي للقياس ليكون شاملا لباقي الفروع العلمية كالكهرباء والديناميكا الحرارية وغيرها، وذلك بإضافة أربع كميات أساسية أخرى وهي: الكلفن، الأمبير، الشمعة ، والمول، وهي وحدات قياس الكميات الأربع الأساسية الأخرى، درجة الحرارة، التيار الكهربائي، شدة الإضاءة، كمية المادة، ثم بعد ذلك إضافة الراديان كوحدة لقياس الزاوية المستوية والستراديان كوحدة لقياس الزاوية المجسمة إن هذا النظام هو النظام الدولي للقياس International System واختصاراً (SI) وذلك عن التعبير الفرنسي System International.

الكمية	Quantity	الوحدة	(SI) Unit	الرمز	Symbol
الطول	length	المتر	meter	م	m
الكتلة	mass	الكيلوغرام	kilogram	كغ	kg
الزمن	time	الثانية	second	ث	s
درجة الحرارة	thermodynamics temperature	الكلفن	kelvin	ك	K
شدة التيار	electric current	الأمبير	ampere	أمبير	A
قوة الإضاءة	luminous	الكانديلا	candela	الشمعة	cd
كمية المادة	amount of substance	المول	mole	مول	mol

الكمية	Quantity	الوحدة	(SI) Unit	الرمز	Symbol
الزاوية المستوية	plane angle	راديان	radian	راد	rad
الزاوية المجسمة	solid angle	ستراديان	steradian	ستي راد	sr.

وقد شاع استخدام ثلاثة أنظمة معيارية في مجال القياسات وهي

1- النظام المتري : The Metric System

تقاس الكميات الثلاثة الأساسية في هذا النظام، الطول بالمتر والكتلة بالكليوغرام والزمن بالثانية ،

وهو البداية الأولية التي تطور منها النظام المذكور يعرف هذا النظام بنظام (MKS)

2- النظام الكاوسي: (The Gaussian system (CGS

تقاس الكميات الثلاثة الأساسية في هذا النظام، الطول بالسنتيمتر والكتلة بالغرام والزمن بالثانية، ومن الواضح أنه يُستخدم مع الكميات الصغيرة مقارنة بنظام (MKS)، ذلك أن السنتيمتر هو جزء من مئة من المتر والغرام هو جزء من ألف من الكيلوغرام.

ينسب هذا النظام إلى العالم Gauss ، أما (CGS system) فهي الأحرف الثلاثة الأولى من أسماء وحدات القياس المستخدمة في هذا النظام باللغة الإنكليزية (Centimeter, Gram, Second)وتقاس درجة الحرارة في هذا النظام أيضاً بالكلفن (K) مثله في ذلك مثل النظام المتري.

3- النظام البريطاني (: The British System (FPS

تقاس الكميات الثلاثة الأساسية في هذا النظام: الطول بالقدم والكتلة بالباوند ، والزمن بالثانية، ويعرف هذا النظام بنظام (FPS System) وهي الأحرف الثلاثة الأولى من أسماء وحدات القياس الثلاثة باللغة الإنكليزية ((Foot, Pound, Second، وتقاس درجة الحرارة في هذا النظام بالفهرنهايت .Fahrenheit ومن الجدير بالذكر هنا أن أهمية كلا النظامين الثاني والثالث بدأت تتلاشى تدريجياً مع ازدياد الاهتمام بالنظام الدولي للقياس. كما أن العلاقة التي سبق ذكرها عن النظامين (MKS)و (CGS) تنعكس على طبيعة القوانين الرياضية التي تصف مجموعة القوانين الفيزيائية وذلك حسب نوع النظام.

الأبعاد Dimensions

إن الكمية الفيزيائية، بصفة عامة توصف من خلال مقدار عددي متبوع بوحدة خاصة به من ذات الجنس، أي متوافقة معه من حيث الوحدات والأبعاد، بغض النظر عن النظام المستخدم dimensional consistency and units consistency، والوحدات عموماً سبع كميات رئيسية، هي: الطول، والكتلة، والزمن، ودرجة الحرارة، وشدة التيار الكهربائي، وشدة الإضاءة، وكمية المادة، ومن الممكن التعبير عنها بالأحرف الكبيرة ذات الأقواس المربعة التالية:

درجة الحرارة [K]

التيار الكهربائي [A]

شدة الإضاءة [Cd]

كمية المادة [Mol]

الطول [L]

الكتلة [M]

الزمن [T]

إن هذه الرموز داخل الأقواس المربعة [ ] مع أسسها يطلق عليها الأبعاد ، وهي :

تأخذ أسسا مختلفة عندما نستخدمها مع الوحدات المركبة تتراوح ما بين الموجب والسالب مروراً بالقيمة صفر، وهذا ما يظهر جلياً أثناء استخدام نظرية التوافق بين الوحدات والأبعاد في مجالات عديدة والتي يمكن إجمالها بالآتي:

1- التأكد من سلامة وصحة القوانين الفيزيائية.

2 -استنتاج بعض القوانين الفيزيائية.

3- استنتاج وحدات الثوابت في القوانين الفيزيائية.

4- التحويل من نظام إلى آخر، كالتحويل من نظام (MKS) إلى (CGS) وبالعكس.

إن الكميات الفيزيائية الأخرى يمكن التعبير عنها بضرب أو قسمة هذه الوحدات السبع، وهي كميات مركبة، فعلى سبيل التطبيق، تُعرف السرعة بأنها الإزاحة المقطوعة خلال وحدة الزمن، أي أن السرعة مركبة من كمية الطول وكمية الزمن، وبعبارة أخرى:

$$v = \frac{x}{t}$$

وعند التعبير عن كل كمية بابعادها نجد أن:

$$[v] = \frac{[L]}{[T]} = [L][T]^{-1}$$

فالرمز الموجود داخل القوسين [ ] مع الأس الذي يمثله، يعبر عن بعد الكمية الفيزيائية، ففي هذا التطبيق نجد أن [L] وأسه واحد يمثل الإزاحة، أما [T] الموجودة في المقام وأسه (1) واحد يمثل الزمن، ومن الممكن التعبير مجدداً عن السرعة بالشكل الآتي:

$[L][T]^{-1} = m\ s^{-1}$

ذلك أن المتر هو وحدة قياس الطول والثانية هي وحدة قياس الزمن، إذاً:

$m\ s^{-1}$ وهي وحدة قياس السرعة في نظام *MKS*

وبالتالي فإن جميع الكميات الفيزيائية يمكن التعبير عنها بدلالة هذه الكميات الثلاث، على سبيل المثال

التسارع $[L /T^2]$

السرعة $[L /T]$

القوة $[M L/T^2]$

الحجم $[L^3]$

المساحة $[L^2]$

لتكون الوحدات لكل مما يلي فمثلاً: -

التسارع m/s^2

السرعة m/s

القوة $N = kg.m/s^2$

الحجم m^3

المساحة m^2

▪ أمثلة محلولة Examples

1- إذا علمت أن سرعة جسم v تعطى بالعلاقة التالية

$v=k*t$

حيث أن t يمثل الزمن، فماهي وحدة قياس الثابت k

الحل: عن طريق نظرية الأبعاد نجد أن

$$[k] = [v]/[t] = (L/T)/(T)=L/T^2$$

-2

- اثبت صحة المعادلة ادناه (قانون البندول البسيط)

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

-3

توصف حركة سيارة تتحرك بتسارع ثابت (a)خلال زمن (t) بالمعادلة التالية:

$x = (1/2)\, at^2$

أثبت صحة هذه المعادلة باستخدام نظرية الأبعاد.

الحل:

للتأكد من صحة تعبير المعادلة نستخدم مبدأ تحليل الابعاد فنقول:

الطرف الايسر (x) له وحدة الطول (L)

الطرف الايمن (at) له الوحدات التالية التسارع (a) يستبدل بـ (L/T^2)والزمن (t) بـ (T) فيكون لدينا:

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

أي ان الطرف الايسر = الطرف الأيمن.