الفصل الأول: الوحدات والأبعاد
Units and Dimensions

1-1 الكميات الفيزيائية Physical quantities

هي التي تبني هيكل الفيزياء و بها نكتب المعادلات و القوانين الفيزيائية، من هذه الكميات: القوة – الزمن – السرعة – الكثافة – درجة الحرارة – الشحنة و غير ذلك. وقياس الكميات الفيزيائية يعنى تحديد مقدارها بأداة القياس والمقدار يعنى رقما ووحدة قياس معيارية.

و تنقسم الكميات الفيزيائية إلى:

- **كميات أساسية:** هي الكتلة و الطول و الزمن و يرمز لها (T , L , M) على الترتيب.

  وحدة قياس الطول (L) Length وتقاس فى النظام الدولى بالمتر m

  وحدة قياس الكتلة (M) Mass وتقاس فى النظام الدولى بالكيلوجرام Kg

  وحدة قياس الزمن (T) Time وتقاس فى النظام الدولى بالثانية S

  و يوجد وحدات أساسية أخرى فى الفيزياء مثل درجة الحرارة وشدة الإضاءة وغيرها.
- **كميات مشتقه:** هي كميات مشتقة من الكميات الأساسية مثل الحجم و السرعة و العجلة و غير ذلك.

2-1 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 غزة ومدينة القدس هي 80 (دون ذكر وحدة القياس) لأن 80 كيلو متر تختلف عن 80 متر تختلف عن 80 ميل حيث أن الكيلو متر والمتر والميل هي وحدات قياس الطول.

أنظمة القياس

- **النظام الدولي ISU (M K S system):** متر – كيلوجرام – ثانيه. وأحياناً يسمى بالنظام الفرنسي المطلق. وفيه يقاس الطول بالمتر(M) وتقاس الكتلة بالكيلوجرام (K) ويقاس الزمن بالثانية (S)
- **نظام (C G S system)**: سنتيمتر – جرام – ثانيه وهو نظام الوحدات الأصغر حيث يقاس الطول بالسنتمتر(C) وتقاس الكتلة بالجرام (G) ويقاس الزمن بالثانية (S).
- **النظام البريطاني (F B S):** قدم – باوند – ثانيه حيث يقاس الطول بالقدم (Foot) وتقاس الكتلة بالرطل (Slug) ويقاس الزمن بالثانية (S).

وجميع الوحدات المستخدمة في هذا المقرر سوف تكون وفقاً للنظام الدولي للوحدات.

وقد تكون قيمة بعض الكميات الفيزيائية كبيرة جداً أو صغيرة جداً، لذلك نستخدم مقاطع لتدل علي مضاعفات أو أجزاء الوحدة. ويعرض الجدول (1-1) الآتي بعض هذه المقاطع.

جدول (1-1) مضاعفات وأجزاء الوحدة

الاسم	الرمز	القيمة		الاسم	الرمز	القيمة
ديسي	d	10^{-1}		ديكا	da	10
سنتي	c	10^{-2}		هيكتو	h	10^{2}
مللي	m	10^{-3}		كيلو	K	10^{3}
ميكرو	µ	10^{-6}		ميجا	M	10^{6}
نانو	n	10^{-9}		جيجا	G	10^{9}
بيكو	p	10^{-12}		تيرا	T	10^{12}
فيمتو	f	10^{-15}				

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. الجدول التالي يوضح قيمة وحدات المسافة المشتقة بالمتر.

جدول (1-2) مضاعفات وأجزاء المتر

الاسم	الرمز	القيمة
ديسيمتر	dm	10^{-1} m
سنتمتر	cm	10^{-2} m
مليمتر	mm	10^{-3} m
كيلومتر	km	10^{3} m

الجدول (1-3) يبين وحدات القياس الأساسية والجدول (1-4) يبين بعض وحدات القياس المشتقة.

جدول (1-3) وحدات القياس الأساسية

الكمية	الوحدة بالنظام الدولي (ISU)	الوحدة بالنظام البريطاني (FBS)
الكتلة (Mass)	كيلوجرام (Kg)	باوند
الطول أو المسافة (Length)	متر (m)	قدم
الزمن (Time)	ثانية (s)	ثانية

جدول (1-4) وحدات القياس المشتقة

الكمية	الوحدة بالنظام الدولي (ISU)	الوحدة بالنظام البريطاني (FBS)
المساحه	متر^2 (m^2)	قدم^2 (ft^2)
الحجم	متر^3 (m^3)	قدم^3 (ft^3)
الكثافة = الكتلة / الحجم	Kg/m^3	باوند / قدم^3
قوة	نيوتن ($N=Kg.m/s^2$)	ثقل باوند (LB)
الضغط = قوة / مساحة	(باسكال $Pa=N/m^2$)	ثقل باوند / قدم^2

3-1 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) والجدول (1-3) يوضح أبعاد بعض الكميات الفيزيائية.

جدول (1-5) حساب أبعاد بعض الكميات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	بُعد الكمية الفيزيائية
الكثافة (ρ) = الكتلة / الحجم	$[\rho]=\frac{M}{L^3}=ML^{-3}$
السرعة الخطية (v) = المسافة / الزمن	$[v]=\frac{L}{T}=LT^{-1}$
السرعة الزاوية (ω) = السرعة الخطية / نصف قطر الدوران	$[\omega]=\frac{LT^{-1}}{L}=T^{-1}$
العجلة (a) = السرعة الخطية / الزمن	$[a]=\frac{LT^{-1}}{T}=LT^{-2}$

القوة (F) = الكتلة x العجلة	$[F] = M \times LT^{-2} = MLT^{-2}$
الشغل (W) = القوة x المسافة	$[W] = MLT^{-2} \times L = ML^2T^{-2}$
القدرة $(P) = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$	$[P] = \frac{ML^2T^{-2}}{T} = ML^2T^{-3}$

4-1 نظرية الأبعاد (Dimensional Analysis) و تطبيقاتها:

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

أ- التحقق من صحة القوانين الفيزيائية.

ب- اشتقاق وحدات الثوابت التي تعتمد عليها العلاقات الرياضية المختلفة.

اختبار صحة القوانين

لإثبات صحة أي معادلة يجب أن تكون أبعاد الطرف الأيسر تساوي أبعاد الطرف الأيمن ، فمثلاً قانون البندول البسيط هو:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad (1\text{-}1)$$

فإذا كتبنا معادلة الأبعاد لهذا القانون فإننا نعتبر 2π عدد لا يعتمد على أي من الوحدات الأساسية و على ذلك فليس له وجود في معادلة الأبعاد.

أبعاد الطرف الأيمن هي:

$$\sqrt{\frac{L}{LT^{-2}}} = \sqrt{T^2} = T \qquad (1\text{-}2)$$

أي أن أبعاد الطرف الأيمن تساوي أبعاد الطرف الأيسر وعلى ذلك يكون القانون صحيحاً.

مثال (Example)

استخدم التحليل البعدي للتأكد من أن هذه المعادلة صحيحة $x = ½\ at^2$ حيث x مسافة و a العجلة و t الزمن.

الحل (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.

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

اذا هذه المعادلة صحيحة لأن طرفي المعادلة لهم نفس البعد.

مثال (Example)

وضح أن هذه العلاقة صحيحة بعديا $v = v_o + at$ حيث v و v_o سرعات بينما t الزمن و a العجلة

Solution الحل

$[v] = L/T \qquad [v_o] = L/T \qquad [at] = (L/T^2).T = L/T$

اذا جميع أجزاء المعادلة لها نفس البعد L/T

أو يمكنك كتابة أبعاد كالاتي

$L/T = L/T + (L/T^2).T = L/T$

مسائل على الفصل الأول

1- جد أبعاد كل من السرعة (v) و العجلة (a) و القوة (F) و الشغل (W) و الكثافة (ρ) و الضغط (P).

2- أثبت صحة العلاقة التالية من حيث الأبعاد.

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

حيث v ، a ، t تمثل السرعة الخطية والعجلة والزمن على الترتيب.

3- حدد ما إذا كانت العلاقة التالية صحيحة من حيث الأبعاد أم لا.

$$\boxed{x = x_0 + v_o t + \tfrac{1}{2} at^2}$$

4- أوجد وحدة قياس ثابت التناسب في قانون هوك، $F=-kx$