

الباب الأول

مدخل في الاستاتيكا

- 1.1 ما هو علم الميكانيكا؟ ولماذا ندرسه؟
- 2.1 المفاهيم الأساسية .
- 3.1 تحليل الأبعاد .
- 4.1 الحسابات العددية .
- 5.1 النظام العلمي للوحدات .
- 6.1 أنظمة وحدات أخرى .
- 7.1 طرق حل المسائل الميكانيكية .

obeyikandi.com

1.1 ما هو علم الميكانيكا ؟ ولماذا ندرسه ؟

يعتبر علم الميكانيكا (Mechanics) علم نظري تطبيقي ، الهدف منه شرح الظواهر الطبيعية المختلفة والتنبؤ بها . والتي من خلالها يتم وضع اساسيات للتطبيقات الهندسية المختلفة .

وبدقة أكثر هو ذلك العلم الذي يصف ويتنبأ بظروف السكون والحركة للأجسام تحت تأثير القوى . ويقسم هذا العلم إلى ثلاثة أقسام وهي : -
ميكانيكا الأجسام الجاسئة وميكانيكا الأجسام القابلة للتشوه وميكانيكا الموائع كما أن القسم الأول وهو القسم الذي نعيّره عناية خاصة بهذا الكتاب ، وينقسم إلى قسمين : علم السكون وعلم الحركة .

الآن بعد أن عرفنا ما هو علم الميكانيكا ، نتجه للجزء الثاني من السؤال وهو لماذا ندرسه ؟ والجواب يمكن تلخيصه في الأساسيات التالية :

- 1- يلعب علم الميكانيكا دوراً أساسياً في علم الفيزياء والفلك وغيرها من العلوم مساهماً بذلك في معرفتنا عن كيفية عمل الطبيعة وأسرار الكون الآلئية .
 - 2- يهتم العاملون بالعلوم الرياضية بعلم الميكانيكا من حيث بنائها والطرق المستعملة وعليه تكون جزء كبير من الرياضيات نتيجة لمحاولة حل المسائل الميكانيكية المختلفة والمستمرة .
 - 3- نعيش الآن في عصر التكنولوجيا الحديثة والآلات الصناعية المختلفة والتي لا يمكن أن تصمم دون معرفتنا الجيدة بعلم الميكانيكا . وما نشهده اليوم من تقدم تكنولوجي كبير في شتى المجالات المختلفة ، وما هو لإثمرات البحث العلمي المكثف والمنظم في الظواهر الطبيعية المختلفة والفهم الجيد لها .
- وهكذا نرى الأهمية الكبرى والخاصة لدراسة علم الميكانيكا .

يتعرض هذا البند إلى بعض المفاهيم والتعاريف الأساسية والتي لا بد من التطرق لها وفهمها ومنها :

1- القوة (Force) :

هي تأثير جسم على جسم آخر أو بمعنى أدق هي الفعل الذي يغير أو يحاول أن يغير حالة الجسم الحركية أو شكله أو حجمه ويمكن الحصول عليها بواسطة الاتصال أو عن بعد مثل قوى الجاذبية والقوى الكهرومغناطيسية ، وتحدد القوة بتحديد مقراها واتجاهها ونقطة تأثيرها وهي المواصفات التي تحدد بها القوة .

2- الكتلة (Mass) :

هي مقياس القصور الذاتي الذي يمتلكه الجسم اذ تعبر عن مقاومة الجسم للتغيير في حركته ، وتمثل كتلة الجسم كمية المادة المحتواة داخله . وتعتبر الكتلة كمية قياسية (عددية)

3- الوزن (Weight)

هو قوة جذب الأرض للجسم كما يمكن تعريفه على اعتبار أنه القوة التي يؤثر بها الجسم على جسم اخر مسببا بذلك سقوطه نحوه ، أي ان الوزن كمية فيزيائية متجهة تتوقف على موضع الجسم بالنسبة لمركز الكرة الأرضية ، ويحدد تأثير الأرض على الجسم ويكتسب الوزن بإستعمال قانون نيوتن الثاني بالمعادلة التالية :

$$\vec{W} = m \cdot \vec{g}$$

حيث ان \vec{W} - هو الوزن ، m - كتلة الجسم ، \vec{g} - هي عجلة الجاذبية الأرضية في المكان الذي تتم فيه عملية الوزن وإتجاه الوزن هو دائما مركز الكرة الأرضية .

4- الجسيم (Particle)

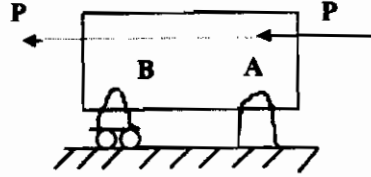
هو جسم ذو أبعاد صغيرة جدا بحيث يمكننا إهمالها ويعامل في الرياضيات كنقطة كتلة ويتم استخدامه جسما متاهيا في الصغر وفي الحالات التي تكون ابعاد الجسم غير مهمة بالنسبة لموقعها او لتأثير القوة المسلطة عليها . فإن بالإمكان اعتباره جسما .

5- الجسم الجاسئ (Rigid Body)

يعتبر الجسم جاسئاً او متماسكاً عندما تكون الحركة النسبية ضئيلة جداً بحيث يمكن اهمالها .

6- مبدأ قابلية النقل (Principle of Transmissibility)

ينص مبدأ قابلية النقل على ان التأثير الخاص لقوة ما على أي جسم لا يعتمد على نقطة تأثيرها طالما وقعت هذه النقطة على نفس خط التأثير . ففي الشكل (1-1) بالإمكان نقل تأثير القوة P من نقطة A إلى النقطة B أو إلى أية نقطة على خط تأثير هذه القوة من دون أن يتغير تأثيرها الخارجي على الجسم .



الشكل (1-1)

3.1 تحليل الأبعاد (Dimensional Analysis)

عند استعمال القوانين والعلاقات الفيزيائية يجب أن نتأكد عن عدم حدوث تناقض في استخدام الوحدات ، أي أنه عند تساوي طرفي معادلة لا بد وأن يحدث تطابق في الأبعاد . في علم الميكانيكا يتم التعبير عن الكميات الطبيعية بدلالة ثلاث كميات أساسية معتمدة في النظام العالمي (SI - Units) وهي الطول والزمن والكتلة ، حيث بالإمكان التعبير عن الكميات الطبيعية الأخرى بدلالة هذه الكميات . أن المعادلات التي تستخدم في الحسابات الهندسية يجب أن تكون متجانسة بعدياً .

أي بمعنى آخر لو حدث وكان الناتج النهائي لأحد أطراف المعادلة عبارة عن طول ، فإن الناتج النهائي للطرف الآخر لا بد وأن يكون معبراً عن أبعاد الطول وللقيام بمطابقة أبعاد أي معادلة أو صيغة فيزيائية فإنه نرسم للطول بالرمز (L) والكتلة بالرمز (M) والزمن بالرمز (T) ، ثم نقوم بالتعبير عن الكميات المختلفة ، بطرفي المعادلة ، بدلالة هذه الرموز ومن ثم نكشف عن مطابقة الأبعاد بالمعادلة . وعلى سبيل المثال لندرس المعادلة التي تعبر عن قانون نيوتن الثاني للحركة والذي ينص على أن التعجيل (a) لأي جسيم (Particle) يتناسب طردياً

عن محصلة القوى التي تؤثر عليه ويتجه بنفس اتجاه المحصلة . ويمكننا كتابة هذا القانون كمعادلة على النحو التالي :

$$F = m \cdot a \quad (1-1)$$

حيث أن وحدة محصلة القوى (F) في المعادلة هي النيوتن. والذي يعرف بأنه القوة التي إذا أثرت على جسيم له كتلته (m) تساوي كيلوغرام واحد (1 kg) لأكسبته تعجلاً قدره متر واحد في الثانية المربعة (1 m /s²) وتعد وحدة النيوتن مشتقة من الوحدات الأساسية وتكتب بعدياً (MLT⁻²) وبهذا يمكننا كتابة المعادلة السابقة بعدياً على النحو التالي :

$$MLT^{-2} = M(LT^{-2})$$

4.1 الحسابات العددية

في حلول المسائل تحتاج الحسابات الى تحديد درجة الدقة المطلوبة . حيث أن الدقة المتحصلة تتحدد بدقة المعلومات المعطاة . ومثال ذلك عندما يطلب حساب المسافة (S) التي يقطعها جسم ساقط من السكون لفترة زمنية (t) قدرها 3.5 s ويعطي التسارع الأرضي (g) مساوياً 9.81 m/s² . فعند تطبيق المعادلة الخاصة بالأجسام الساقطة نحصل على :

$$s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}(9.81)(5.3)^2 = 137.78145 \text{ m}$$

بإمكاننا في هذا المثال تقريب قيمة المسافة الى 137.78 m حيث أن دقة الرقم الى حد خمس مراتب عشرية غير مطلوبة وذلك لكون المعلومات المعطاة للتسارع الأرضي والزمن تحوي مرتبتين عشريتين فقط . ويجب هذا التمييز والتدقيق في تقريب الأرقام . حيث أن جيب تمام الزاوية (θ = 10 degrees) هو (0.9848078) وليس بإمكاننا تقريب الرقم الى 1.0 لأن هذه النتيجة هي لجيب تمام الزاوية (θ = 0) وهي مخالفة تماماً للنتيجة السابقة ولكن بإمكاننا تقريب الرقم الى ثلاث مراتب عشرية بحيث نقول أن جيب تمام الزاوية

(θ = 10 deg) هو (0.985) ويكون الخطأ هنا بسيطاً وطفيفاً وأن هذه القيمة هي لجيب تمام الزاوية (θ = 9.94 deg) تقريباً وهي لا تختلف كثيراً عن الزاوية (θ = 10 deg) .

وهكذا نرى انه في الحسابات العددية عند حلول المسائل المختلفة يجب تحديد درجة دقة معينة حتى لا تتحرف النتائج انحرافات كبيرة وغير منطقية عن واقع معطيات المسألة المراد حلها .

5.1 النظام العالمي للوحدات (International system of units . SI)

كما ذكرنا سابقاً ان الكميات الطبيعية في علم الميكانيكا يتم التعبير عنها بدلالة ثلاث كميات أساسية معتمدة في النظام العالمي للوحدات (SI - Units) هي الطول والزمن والكتلة وكما يبين الجدول (1-1) فإن بالإمكان التعبير عن الكميات الطبيعية الأخرى بدلالة هذه الكميات .

غير انه ليس بالإمكان عموماً بحقول الفيزياء الأخرى اشتقاق بعض الكميات الأخرى مثل درجة الحرارة من الكميات الثلاث المذكورة . لذلك في مؤتمر 1971 العالمي تم الاتفاق على سبع كميات أساسية مستخدمة في حقول الفيزياء المختلفة .

الجدول (1-1) : ابعاد الكميات الطبيعية المستعملة في علم الميكانيكا

الكمية الطبيعية	الرمز	الابعاد	الوحدات الهندسية حسب النظام العالمي
الطول	L	L	المتر (m) او المليمتر (mm)
الزمن	t	T	الثانية (S)
الكتلة	m	M	الكيلو غرام (kg)
القوة	F	MLT^{-2}	النيوتن (N) والكيلونيوتن (KN)
المساحة	A	L^2	m^2
الحجم	V	L^3	m^3
الزاوية	θ	$L / L = 1$	نصف قطرية (Radians) او درجة
السرعة	v	LT^{-1}	Velocity , m/s
السرعة الزاوية	ω	T^{-1}	Angular Velocity , Red . /s
التسارع	a	LT^{-2}	Acceleration , m / S ²
التسارع الزاوي	α	T^{-2}	Angular Acceleration Rad. S ²
عزم القوة	M	$ML^2 T^{-2}$	N.m
الشغل	W	$ML^2 T^{-2}$	الجول (J أو N.m)
القدرة	P	$ML^2 T^{-3}$	الوات (W أو N.m/s)
الكثافة	ρ	MT^{-3}	kg / M^3

6.1 أنظمة وحدات أخرى (Other System of Units)

بالرغم من أننا نؤكد على استخدام الوحدات العالمية هذه إلا أنه يتحتم علينا ذكر أنظمة أخرى كانت ومازالت شائعة ومستخدمة في بعض الدول .

مثل هذه الأنظمة النظام الجاوسي أو نظام سم . غم . ث (cgs) حيث تستعمل في هذا النظام وحدة السنتيمتر للطول ووحدة الغرام للكتلة ووحدة الثانية للزمن وهو النظام الأكثر شيوعاً واستخداماً نظراً لاستخدامه بكثرة في الأبحاث العلمية .

ويوجد كذلك النظام الإنجليزي والذي يستخدم وحدة الياردة (y) أو القدم (ft) للطول ووحدة الباوند (P) للكتلة والثانية للزمن وبحيث :

$$1y = 0.9144 \text{ m}$$

$$1p = 0.452 \text{ kg} \quad \text{و:}$$

والجدول رقم (2-1) يعطي مقارنة بين الأنظمة المختلفة للوحدات المذكورة سابقاً

جدول رقم (2-1) مقارنة بين أنظمة الوحدات الثلاثة

f.p.s النظام الإنجليزي	c.g.s النظام الجاوسي	m.k.s النظام العالمي	الكمية الأساسية
ft القدم	cm السنتيمتر	m المتر	الطول
p الباوند	g الغرام	kg الكيلو غرام	الكتلة
s الثانية	s الثانية	s الثانية	الزمن

7.1 طرق حل المسائل Methods of Problem solution

كما ذكرنا ان علم الميكانيكا ظهر لشرح الظواهر الطبيعية المختلفة والتنبؤ بها ، ومن ثم يتم وضع أساسيات للتطبيقات الهندسية المختلفة ، وعليه يتحتم علينا في ختام هذا الفصل ان نوضح الطرق التي نتبعها في حل المسائل الميكانيكية وهذه تتلخص في الآتي :-

- 1- التنبؤ بتعرف النظام الطبيعي تحت مختلف الظروف .
- 2- نبني نموذجاً رياضياً (مثالياً) لهذا النظام وذلك من خلال تجاربنا المختلفة في حلول المسائل .
- 3- نطبق التحليل الرياضي على هذا النموذج لنخرج بمجموعة معادلات نقوم بدراستها وإيجاد الحل لها .
- 4- نقوم بعدها بترجمة النتائج الرياضية فيزيائياً وذلك بالرجوع إلى المسألة الأصلية .

5- نقوم بالتأكد من صحة هذه النتائج وذلك عن طريقة المقارنة بالنتائج والملاحظات العلمية و المخبرية هذا الى جانب التأكيد على مطابقة أبعاد المعادلات والصيغ المختلفة والتي تواجهنا خلال حل المسائل وذلك كما جاء ببند تحليل الأبعاد .