البـــــاب 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 .

1.1 ماهو 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 أقاسم وهي : -

ميكانيكا الأجسام الجاسئة وميكانيكا الأجسام القابلة للتشوه وميكانيكا الموائع كما أن القسم الأول وهو القسم الذي نعيره 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 الآلهية .

2- يهتم العاملون بالعلوم الرياضية بعلم الميكانيكا من حيث بنائها والطرق المستعملة وعليه تكون جزءً 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 إلا ثمرات البحث العلمي المكثف والمنظم في الظواهر الطبيعية المختلفة والفهم الجيد لها .

وهكذا نرى الأهمية الكبرى والخاصة لدراسة علم الميكانيكا .

2.1 المفاهيم الأساسية

يتعرض هذا البند إلى بعض المفاهيم والتعاريف الأساية والتي لابد من التطـــرق لـــها وفهمها ومنها :

1- القوة (Force) :

هي تأثير جسم على جسم أخر أو بمعنى أدق هي الفعل الذي يغير أو يحاول أن يغـــير حالة الجسم الحركية أو شكله أو حجمه ويمكن الحصول عليها بواسطة الاتصال أو عـــن بعـــد مثل قوى الجاذبية والقوى الكهرومغناطيسية ، وتحدد القوة بتحديد مقدراها واتجاهـــها ونقطـــة تأثيرها وهي المواصفات التي تحدد بها القوة .

2- الكتلة (Mass) :

هي مقياس القصور الذاتي الذي يمتلكه الجسم اذ تعبر عن مقاومة الجسم للتغيير فـــي 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 يؤثـــر بـــها الجسم على جسم اخر مسببا بذلك سقوطه نحوه ، أي ان الوزن كمية فيزيائية متجهـــة تتوقـــف على موضع الجسم بالنسبة لمركز الكرة الأرضية ، ويحدد تأثير الأرض على الجسم ويكتـــب الوزن بإستعمال قانون نيوتن الثاني بالمعادلة التالية :

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

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

4- الجسيم (Particle)

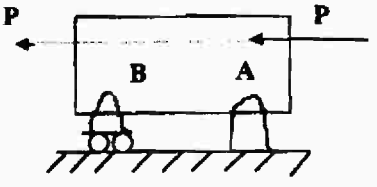
هو جسم ذو أبعاد صغيرة جدا بحيث يمكننا إهمالها ويعامل في الرياضيات كنقطة كتلـــة ويتم استخدامه جسما متناهيا في الصغر وفي الحالات التي تكون ابعاد الجســـم غـــير مهمـــة بالنسبة لموقعها او لتأثير القوة المسلطة عليها . فإن بالإمكان اعتباره جسيما .

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 لابد 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 أخر لو حدث وكان الناتج النهائي لأحد أطراف المعادلة عبارة عن طول ، فإن الناتج النهائي للطرف الأخر لابد وأن يكون معبرا عن أبعاد الطول وللقيام بمطابقة أبعاد أي معادلة أو صيغة فيزيائية فإنه نرمز للطول بالرمز (L) والكتلة بالرمز (M) والزمن بالرمز (T) ، ثم نقوم بالتعبير عن الكميات المختلفة ، بطرقي 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 طرديا

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

$$F = m \cdot a \qquad (1\text{-}1)$$

حيث أن وحدة محصلة القوى (F) في المعادلة هي النيوتن. والذي يعرف بأنـــه القـــوة التي إذا أثرت على جسيم له كتلته (m) تساوي كيلوغرام واحد (1 kg) لأكسبته تعجيلاً قـــدره متر واحد في الثانية المربعة ($1 m/s^2$) وتعد وحدة النيوتن مشتقة من الوحـــدات الأساســـية 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 . حيـــث أن الدقـــة المتحصله تتحدد بدقة المعلومات المعطاة . ومثال ذلك عندما يطلب حساب المسافة (S) التـــي يقطعها جسم ساقط من السكون لفترة زمنية (t) قدرها 3.5 S ويعطي التسارع الأرضـــي (g) مساوياً $9.81 m/s^2$. فعند تطبيق المعادلة الخاصة بالأجسام الساقطة نحصل على :

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

بإمكاننا في هذا المثال تقريب قيمة المسافة الى 137.78 m حيث أن دقة الرقـــم الـــى حـــد خمس مراتب عشرية غير مطلوبة وذلك لكون المعلومات المعطاة للتسارع الأرضي والزمـــن تحوي مرتبتين عشريتين فقط . ويجب هذا التمييز والتدقيق في تقريب الأرقام . حيث أن جيـــب تمام الزاوية (θ =10 degrees) هو (0.9848078) وليس بإمكاننا تقريب الرقم الـــى 1 ,0 لأن هذه النتيجة هي لجيب تمام الزاوية (θ = 0) وهي مخالفة تماماً للنتيجة الســـابقة ولكـــن 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 تمـــام الزاوية (θ = 9.94 deg) تقريباً وهي لاتختلف كثيراً عن الزاوية (θ =10 deg) .

وهكذا نرى انه في الحسابات العددية عند حلول المسائل المختلفة يجب تحديد درجة دقة معينـــة حتى لا تنحرف 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 بالأمكان 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 حقوق 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	$M L^2 T^{-2}$	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	$M T^{-3}$	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 اخرى كانت ومازالت شائعة ومستخدمة في بعض الدول .

مثل هذه الأنظمة النظام الجاوسي او 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 :

$$1y = 0.9144\ m$$

و: $$1p = 0.452\ kg$$

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

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

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

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 الأتي :-

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 وايجاد 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 العلميـــة و المخبرية هذا الى جانب التأكيد على مطابقة أبعاد المعادلات والصيغ المختلفة والتي تواجـــهنا خلال حل المسائل وذلك كما جاء ببند تحليل الأبعاد .