

مقدمة

هذا كتابٌ يعرض الميكانيكا وقوانينها، بقسميها الحركيين الكينماتيكا والديناميكا. يشمل كل قسم دراسة حركة الجسم أولاً ثم حركة نظام الجسيمات والجسم الجاسئ. وهو: نصٌّ عربيٌّ تتخلله بعض المصطلحات العلمية الإنجليزية ومعادلات رياضية برموزٍ أجنبية (لاتينية وإغريقية) كُتبت من اليسار إلى اليمين. لذلك، يحوي الكتاب فيضاً غزيراً من المصطلحات العلمية كررت في طوله وعرضه، انطلاقاً من الحقيقة المعروفة بأن اللغة الإنجليزية تسود الساعة جُلَّ التيارات العلمية والمحافل الدولية.

لذلك، افترضت أن قارئ هذا الكتاب، هو على الأقل طالب اجتاز السنة الجامعية الأولى في الهندسة أو العلوم الطبيعية أو ما يعادلها في المعاهد والكليات المتوسطة. وأنه يمتلك قاعدةً علميةً جيدةً في الرياضيات، وبالأخص في حقلي التفاضل والتكامل. كما أنه استوعب قواعد الفيزياء الأساسية بما فيها مبادئ نظرية الميكانيكا ضمن نظريات الفيزياء العظمى.

لقد استندت عند كتابته وحتى عند مراجعته المتتالية إلى جمٍّ غفير من الكتب والمراجع المختلفة، الأجنبية بالأساس وباللغة الإنجليزية بالتحديد. كما لم يخلُ الأمر من بعض الكتب المنشورة باللغة العربية هنا وهناك. بعض هذه الكتب نُشر في الشرق العربي لمؤلفين عرب، وعددها قليل، وبعضها الآخر نُشر في الدول الأجنبية مترجماً من اللغات المحلية لتلك البلدان إلى اللغة العربية، وهذه لا تتجاوز أصابع اليد الواحدة. وفي الحقيقة، إن ما يجمع هاتين المجموعتين، المنشورة باللغة العربية والمترجمة هو اختلافها، اختلافٌ في التعريف وفي المُصطلح. لقد جاء هذا الاختلاف نتيجةً لتوزُّع دول المنشأ، وتوُّع البيانات التي عاش فيها هؤلاء المؤلفون أو المترجمون، بدون أي جامع لهم، كمجمع لغةٍ عربيةٍ واحدٍ يُوحِّد كلَّ المصطلحات والرموز والتعاريف في كلِّ البلدان العربية، أو حتى في الشرق العربي. فجاءت المصطلحات وحتى الرموز مختلفةً. فمثلاً، كلمة الجاذبية المعروفة يقابلها الثقالة في بلاد الشام والرزخ يقابله اندفاع أو كمية الحركة، والقصور العطالة والسرجهة السرعة المتجهة أو الاتجاهية والحفظ انحفاظاً، أما الكينماتيكا فعلم الحركة، والديناميكا علم التحريك. وأطرف ما في هذا السِّباق تعريف الجسم في سورية بالجزئية وفي مصر بالنقطة المادية.

لذلك، اعتمدت ومنذ البداية على نشرات مجِّع اللغة العربية الأردني، وبالأخص الجزء الخاص بتعريب رموز ومصطلحات النظام الدولي SI (المكتبة م ك ث) للوحدات. كما اعتمدت على كلِّ من قاموس المورد ومعجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية للدكتور أحمد الخطيب للتأكد من باقي المصطلحات. لقد استخدمت الأرقام العربية مع وحدات النظام الدولي SI فقط انطلاقاً من الحقيقة بأن نزعةً تدريجيةً نحو استخدام هذا النظام تسود حقلي العلوم والهندسة اليوم.

على صعيدٍ آخر، لم يكن الكتاب ليخرج على صورته الحالية لولا مساهمة العديد من الأصدقاء في الطباعة والتصحيح العلمي واللغوي. فبفضٍ من المشاركة الحانية قامت سوسن توتنجي بطباعته وترتيبه. كما أضاءت لي مناقشة البابين الأوليين مع المحاضر تيسير العاروري والباب السادس مع الدكتور عبد العزيز شوابكه أستاذي الفيزياء بجامعة بيرزيت جوانب مهمة على صعيد المراجعة العلمية والدقيقة للمفاهيم والمصطلحات التي وردت. وقد كرمني الكاتب سعيد مضية بتصحيحه لغوياً. لجميع هؤلاء فضل صدوره بشكله الحالي ويبقى الخطأ مسؤوليتي وحدي.

أخيراً، إنني لأرى هذا الكتاب مجرد طبعه تجريبية تحتاج إلى النقد والتقييم الرصين من كل قارئ له. كما أمل أن ينتفع به ومنه كل طلبة العلوم والهندسة في الجامعات والمعاهد المتوسطة ومعلمي العلوم الطبيعية في المدارس الثانوية في وطننا.

ملاحظات على النص

يأتي الكتاب متسلسلاً في قسميه وشاملاً لعشرة أبواب وعدة ملاحق. وبدء من البنود التمهيدية، يستند الكتاب إلى المتجهات جنباً إلى جنب مع الطريقة التحليلية، وإلى حساب التفاضل والتكامل ولأنظمة إحداثيات متنوعة، رابطاً هذه الأنظمة مع بعض. وللمساعدة والفهم قسمت أبواب الكتاب إلى عدد من البنود والبنود الفرعية. وأضيف للكتاب عدد من الأسئلة المحلولة - 113 سؤالاً محلولاً بإسهاب، قسم منها حل بأكثر من طريقة. وقد جاء بعض الأسئلة في سياق البنود الرئيسية من المتن كحل مباشر على قانون ورد للتو، أما أغلبها فورد في ختام كل باب، حيث يكون الحل أكثر تحدياً لشموله مواد من أكثر من بند واحد وقد يزيد على ذلك.

لقد أضيف للباب الأول قدر محدود من المواد التاريخية، بين تسلسل تطور علم الميكانيكا والديناميكا بشكل خاص حتى اليوم. مستعرضاً فيه أثر الحضارة العربية الإسلامية على قضية الحركة وفيزياء الطبيعة. فأمل أن يكون جُل هذه المواد التاريخية تاريخاً حقيقياً.

واشتمل الباب الثاني على وصف حركة الجسم وحساب سرجهته وتسارعه لنؤسس بذلك لكينماتيكا الجسم الجاسئ التي قسمت حركته إلى أكثر من نوع، مع إبراز الأشهر من تلك الحركات - الانتقالية والدورانية والمستوية. وأنهى هذا الباب بدراسة حركة الجسم المركبة من الحركتين: النسبية والمكتسبة.

وتعرّف في الباب الثالث قوانين نيوتن الكلاسيكية، وكذلك وحدات القياس والأبعاد المستخدمة، وكل ذلك قبل أن نصل إلى تعريف المعادلة التفاضلية لحركة الجسم تحت تأثير القوى المعينة.

وفي الباب الرابع - الحركة المقيدة للجسم - تعرّف فيه المعادلة التفاضلية للحركة المقيدة في الإحداثيات الديكارتية - طريقة لاجرانج وفي الإحداثيات الطبيعية - طريقة أويلر. وتم في ختامه التعرّف على مبدأ دالمبير للجسيم المقيد.

وقد عولجت في الباب الخامس - القوانين العامة لديناميكا الجسم - ثلاث مجموعات من القوانين هي الزخم والزخم الزاوي والطاقة الحركية. وقسمت كل مجموعة من هذه المجموعات إلى قسمين منفصلين - قانون التغير وقانون الحفظ.

وكتطبيق مباشر على حفظ الزخم الزاوي جاء الباب السادس - حركة الجسم تحت تأثير القوة المركزية، فركّز على قوة التربيع العكسي للجاذبية وقوانين كبلر للحركة الكوكبية. وكتطبيق مباشر لهذا الباب درست حركة الأقمار الصناعية والمسارات الإهليلجية.

.... في الباب السابع - الحركة النسبية للجسيم، نوقش الاستقرار والسكون النسبي للجسيم على سطح الأرض وحسب انحراف المقذوفة الناتج من دوران الأرض للحالتين: الساقطة من عل والمقذوفة العادية.

أما الباب الثامن، ديناميكا النظام والجسم الجاسئ فجاء زاحراً وضخماً، ثمّ التّعريفُ فيه على القوانين العامة والمعادلة التفاضلية لحركة النظام، ثمّ حركة مركز كتلة النظام وقانون حفظ حركته. وأتبع نفس التسلسل القائم في الباب الخامس فدرس الزّخمُ والزّخمُ الزّاويُّ والطاقة الحركية بالنسبة لنظام الجسيمات والجسم الجاسئ. كما أُضيف إلى ذلك مبدأ دالمبير لنظام الجسيمات المقيد. وكتطبيقٍ مباشرٍ على حفظ الزّخم لنظام الجسيمات تمّ استعراضُ مسألةٍ غايةٍ في الأهمية - حركة الجسم مُتغيّر الكتلة.

وكتطبيقٍ مباشرٍ على مجموعتي قوانين الزّخم والزّخم الزّاويّ لنظام الجسيمات نوقش التصادم في الباب التاسع. فعرّفت المعادلة الأساسية للحركة وحددت الفروق بين التصادم المركزي المباشر والتصادم المائل، وأخيراً حُسبت الطاقة الحركية المفقودة نتيجة ذلك.

ويُختتم الكتاب بالباب العاشر، عناصر الهندسة التحليلية ومعادلات لاجرانج. فيتّم التعريف فيه على طريق جديد لحل المعادلات التفاضلية للحركة. ولأهمية ذلك في تطور نظرية الديناميكا التحليلية نُوصف رياضياً وتحليلياً القيود والأنظمة المقيدة وأنواعها مع تعريف مفاهيم الإزاحات الافتراضية والممكنة والشغل الافتراضي. وأخيراً، نتعرف على مبدأ لاجرانج دالمبير، قبل أن نصل إلى زبدة هذا الباب معادلات لاجرانج من النوع الثاني.

ويُرفق في القسم الأخير من الكتاب ملحقان وعدّة جداول رياضية. أحد هذه الملاحق للمتجهات والآخر لعزوم القصور. أما الجداول: فأحدها لوحدات النظام الدولي SI وآخر للكميّات الفيزيائية المستخدمة في الكتاب مع وحداتها الدولية، وثالثٌ ببعض المُشتقات، ورابعٌ ببعض أشهر التكمالات غير المحدودة. كما أُضيفت للكتاب بعض الصيغ الرياضية والهندسية - المثلثية الأكثر انتشاراً. واختتم الكتاب بفهرسٍ أبجديٍّ شامل.

أود أن أُلفت نظر القارئ إلى أن كلَّ معادلة أو تعبير أو صيغة أجنبية ينبغي أن تُقرأ من اليسار إلى اليمين، مثلاً $F = M a + T$ أو $a_r = g - 2 w \times v_r$ ، وهلمّ جرّاً. أما خلاف ذلك فيُقرأ من اليمين إلى اليسار، مثلاً $F = 10$ نيوتن و $x = 12$ [م]..... إلخ. وقد بيّنتُ الوحدات المستخدمة بين قوسين كبيرين [] إذا كانت مكونة من رموز، أو كتابةً عادية تُرفق للعدد. فنقول $F = 10$ [ن]، أو $F = 10$ نيوتن، أو $F = 10$ [N] أو $x = 12$ متراً، أو $x = 12$ [م] أو $x = 12$ [m]. ولعدم توفر الإمكانية الفنية والسهولة للطباعة العربية ارتأيت استخدام الرموز اللاتينية بين قوسين مع الكتابة العربية العادية. ولذلك، اعتمدت في طول الكتاب وعرضه إحدى الصيغتين $F = 10$ [N] بالقوسين، أو $F = 10$ نيوتن بدون أية أقواس.

وقد وردت الأسئلة المحلولة في الكتاب، بصيغة سؤال م (رقم)، بينما حدد رقم الشكل المرافق للسؤال المحلول مكافئاً لرقم المسألة قيد البحث. ولقراءة أرقام الأبواب والبند الفرعية وحتى المعادلات فيتم ذلك، بالعادة، من اليسار إلى اليمين. فمثلاً البند المبتدئ بالأرقام 1.4.2 يُقرأ واحد أربعة اثنين بدون ذكر النقاط الفاصلة بين هذه الأرقام. وهذا يعني أننا في البند الفرعي الأول من البند الرئيسي الرابع في الباب الثاني. كما تُقرأ المعادلة 17.5 بالصيغة الوحيدة سبعة عشر خمس كرقم للمعادلة التي تلي ستة عشر معادلة وردت حتى لحظتها في الباب الخامس.