الميكانيكا

مكتبة المرحوم

س . تارج

الميكانيكا

النظرية

الطبعة الخامسة

ترجمة

الدكتور أحمد صادق القرماني

دار « مير » للطباعة والنشر

موسكو

المحتويات

ص

تمهيد ٧

القسم الاول

استاتيكا الجسم الجاسئ

الباب الاول . البديهيات والمفاهيم الاساسية فى الاستاتيكا ١١

بند (١) – الموضوع الذى تبحثه الاستاتيكا ١١

بند (٢) – القوة ١٣

بند (٣) – بديهيات الاستاتيكا ١٥

بند (٤) – القيود وردود افعالها ٢٠

بند (٥) – بديهية القيود ٢٤

الباب الثانى . جمع القوى . مجموعة القوى المتلاقية ٢٥

بند (٦) – الطريقة البيانية لجمع القوى . محصلة مجموعة من القوى المتلاقية ٢٥

بند (٧) – تحليل القوى ٢٨

بند (٨) – مسقط قوة على محور وعلى مستوى ٣٢

بند (٩) – الطريقة التحليلية لاعطاء القوى ٣٤

بند (١٠) – الطريقة التحليلية لجمع القوى ٣٥

بند (١١) – اتزان مجموعة من القوى المتلاقية ٤٧

بند (١٢) – المجموعات المحددة استاتيكيا والمجموعات غير المحددة استاتيكيا . ٤٠

بند (١٣) – حل مسائل الاستاتيكا ٤١

بند (١٤) – عزم القوة حول مركز (او نقطة) ٥٢

بند (١٥) – نظرية ڤارينيون حول عزم المحصلة ٥٤

بند (١٦) – معادلات العزوم للقوى المتلاقية ٥٦

الباب الثالث . مجموعات القوى المتوازية والازدواجات الواقعة فى مستوى واحد . . . ٥٨

بند (١٧) – جمع وتحليل القوى المتوازية ٥٨

بند (١٨) – الازدواج . عزم الازدواج ٦١

بند (١٩) – تكافؤ ازدواجين ٦٣

بند (٢٠) – جمع الازدواجات الواقعة فى مستوى واحد . شرط اتزان الازدواجات ٦٧

الباب الرابع . مجموعة القوى الموزعة كيفما اتفق فى مستوى واحد ٧٥

بند (٢١) – نظرية نقل القوة نقلا موازيا ٧٥

بند (٢٢) – نقل مجموعة قوى مستوية الى مركز معلوم ٧٢
بند (٢٣) – تحويل مجموعة من القوى المستوية الى ابسط صورة ٧٥
بند (٢٤) – شروط اتزان اية مجموعة مستوية من القوى . حالة القوى المتوازية ٧٧
بند (٢٥) – حل المسائل ٨١
بند (٢٦) – اتزان مجموعات الاجسام ٩٠
بند (٢٧) – تعيين الاجهادات الداخلية ٩٥
بند (٢٨) – القوى الموزعة ١٠٠

الباب الخامس . مبادئ الاستاتيكا البيانية ١٠١
بند (٢٩) – مضلع القوى والمضلع الحبلى او الخيطى . تحويل مجموعة من القوى المستوية الى قوتين ١٠١
بند (٣٠) – تعيين المحصلة بيانيا ١٠٤
بند (٣١) – تعيين الازدواج المحصل بيانيا ١٠٦
بند (٣٢) – الشروط البيانية لاتزان مجموعة مستوية من القوى ١٠٦
بند (٣٣) – تعيين ردود افعال المساند ١٠٦

الباب السادس . حساب الجمالونات ١٠٩
بند (٣٤) – مفهوم الجمالون . حساب الجمالونات المستوية تحليليا . . . ١٠٩
بند (٣٥) – الطريقة البيانية لحساب الجمالونات المستوية ١١٥
بند (٣٦) – رسم ماكسويل – كرمونا البيانى ١١٧

الباب السابع . الاحتكاك ١٢٠
بند (٣٧) – قوانين احتكاك الانزلاق ١٢٠
بند (٣٨) – ردود افعال القيود الخشنة . زاوية الاحتكاك ١٢٢
بند (٣٩) – الاتزان عند وجود احتكاك ١٢٤
بند (٤٠) – احتكاك خيط بسطح اسطوانى ١٢٨
بند (٤١) – احتكاك الدوران والتدحرج ١٣٠

الباب الثامن . مجموعات الازدواجات والقوى الموزعة توزيعا اختياريا فى الفراغ ١٣٣
بند (٤٢) – عزم القوة حول نقطة كمتجه ١٣٣
بند (٤٣) – عزم القوة حول المحور ١٣٦
بند (٤٤) – العلاقة بين عزمى القوة حول المركز وحول المحور ١٤٠
بند (٤٥) – عزم الازدواج كمتجه ١٤١
بند (٤٦) – جمع الازدواجات فى الفراغ . شروط اتزان الازدواجات . . . ١٤٢

بند (٤٧) – نقل مجموعة من القوى الفراغية الى مركز معلوم ١٤٦
بند (٤٨) – حالة تحويل مجموعة قوى فراغية الى ابسط صورة ١٤٨
بند (٤٩) – شروط اتزان اية مجموعة قوى فراغية . حالة القوى المتوازية . . . ١٥١
بند (٥٠) – نظرية ڤارينيون عن عزم المحصلة حول محور ١٥٣
بند (٥١) – مسائل على اتزان جسم واقع تحت تأثير مجموعة قوى فراغية . . ١٥٤
بند (٥٢) – شروط اتزان الجسم الجاسئ المقيد . مفهوم استقرار الاتزان . . ١٦٤

الباب التاسع . مركز الثقل ١٦٧
بند (٥٣) – مركز القوى المتوازية ١٦٧
بند (٥٤) – مركز ثقل جسم جاسئ ١٧٠
بند (٥٥) – احداثيات مراكز ثقل الاجسام المتجانسة ١٧١
بند (٥٦) – طرق تعيين احداثيات مركز الثقل فى الاجسام ١٧٢
بند (٥٧) – مراكز ثقل بعض الاجسام المتجانسة ١٧٦

القسم الثانى

كينماتيكا النقطة والجسم الجاسئ

الباب العاشر . كينماتيكا النقطة ١٨١
بند (٥٨) – مقدمة فى الكينماتيكا ١٨١
بند (٥٩) – طرق اعطاء حركة النقطة – المسار ١٨٣
بند (٦٠) – الانتقال من طريقة الاحداثيات لاعطاء الحركة الى الطريقة الطبيعية ١٨٨
بند (٦١) – متجه سرعة النقطة ١٩٠
بند (٦٢) – متجه عجلة النقطة ١٩٢
بند (٦٣) – نظرية مساقط مشتقة المتجه ١٩٤
بند (٦٤) – تعيين سرعة وعجلة النقطة عندما تعطى الحركة بطريقة الاحداثيات . . ١٩٥
بند (٦٥) – حل مسائل كينماتيكا النقطة ١٩٧
بند (٦٦) – تعيين سرعة النقطة اذا عطيت الحركة بالطريقة الطبيعية ٢٠٢
بند (٦٧) – العجلة المماسية والعمودية للنقطة ٢٠٣
بند (٦٨) – بعض الحالات الخاصة لحركة النقطة ٢٠٨
بند (٦٩) – تمثيل حركة وسرعة وعجلة النقطة بيانيا ٢١٢
بند (٧٠) – حل المسائل ٢١٣

بند (٧١) – السرعة فى الاحداثيات القطبية ٢١٧
بند (٧٢) – دراسة حركة النقطة بيانيا ٢١٩

الباب الحادى عشر . الحركة الانتقالية والدورانية للجسم الجاسئ ٢٢٤
بند (٧٣) – الحركة الانتقالية ٢٢٤
بند (٧٤) – الحركة الدورانية للجسم الجاسئ . السرعة الزاوية والعجلة الزاوية ٢٢٦
بند (٧٥) – الدوران المنتظم والدوران المنتظم التغير ٢٣٠
بند (٧٦) – سرعات وعجلات نقط الجسم الدائر ٢٣١

الباب الثانى عشر . الحركة المستوية – المتوازية للجسم الجاسئ ٢٣٧
بند (٧٧) – معادلة الحركة المستوية المتوازية ، تحليل الحركة الى حركة انتقالية ودورانية ٢٣٧
بند (٧٨) – تعيين مسارات نقط الجسم ٢٤٠
بند (٧٩) – تعيين سرعات نقط الجسم ٢٤١
بند (٨٠) – نظرية المساقط لسرعتى نقطتين فى جسم واحد ٢٤٤
بند (٨١) – تعيين سرعات نقط الجسم بواسطة المركز اللحظى للسرعات . مفهوم المرتكزين (المنحنيين القطبيين) ٢٤٤
بند (٨٢) – حل المسائل ٢٥١
بند (٨٣) – الشكل البيانى للسرعات ٢٥٥
بند (٨٤) – تعيين عجلات نقط الجسم ٢٥٨
بند (٨٥) – المركز اللحظى للعجلات ٢٦٧

الباب الثالث عشر . حركة جسم جاسئ ذى نقطة ثابتة ، وحركة الجسم الجاسئ الحر ٢٧١
بند (٨٦) – حركة جسم جاسئ ذى نقطة ثابتة ٢٧١
بند (٨٧) – سرعات وعجلات نقط الجسم ٢٧٤
بند (٨٨) – الحالة العامة لحركة الجسم الجاسئ الحر ٢٧٧

الباب الرابع عشر . الحركة المركبة للنقطة ٢٨٠
بند (٨٩) – الحركة النسبية والمكتسبة والمطلقة ٢٨٠
بند (٩٠) – جمع السرعات ٢٧٢
بند (٩١) – جمع العجلات ، نظرية كوريوليس ٢٨٧
بند (٩٢) – حل المسائل ٢٩٣

الباب الخامس عشر . الحركة المركبة للجسم الجاسئ ٣٠٢
بند (٩٣) – جمع الحركة الانتقالية ٣٠٢
بند (٩٤) – جمع الحركة الدورانية حول محورين متوازيين ٣٠٢
بند (٩٥) – مجموعة المسننات الاسطوانية (التروس) ٣٠٦
بند (٩٦) – جمع الدورانات حول المحاور المتقاطعة ٣١١
بند (٩٧) – جمع الحركتين الانتقالية والدورانية . الحركة اللولبية . . ٣١٣

القسم الثالث

ديناميكا النقطة

الباب السادس عشر . المدخل الى الديناميكا . قوانين الديناميكا ٣١٨
بند (٩٨) – المفاهيم والتعريفات الاساسية ٣١٨
بند (٩٩) – قوانين الديناميكا ٣٢٠
بند (١٠٠) – وحدات القياس ٣٢٣
بند (١٠١) – مسائل الديناميكا للنقطة المادية الحرة والمقيدة ٣٢٤
بند (١٠٢) – حل المسألة الاولى فى الديناميكا (تعيين القوى بمعرفة قانون الحركة) ٣٢٥

الباب السابع عشر . المعادلات التفاضلية لحركة النقطة وتكاملها ٣٢٩
بند (١٠٣) – حركة النقطة فى خط مستقيم ٣٢٩
بند (١٠٤) – حل المسائل ٣٣٣
بند (١٠٥) – سقوط جسم فى وسط مقاوم (فى الهواء) ٣٤٠
بند (١٠٦) – حركة النقطة فى خط منحن ٣٤٤
بند (١٠٧) – حركة نقطة مقذوفة فى اتجاه يميل بزاوية على الافقى فى مجال الجاذبية المتجانس (المقذوفات) ٣٤٥

الباب الثامن عشر . النظريات العامة لديناميكا النقطة ٣٤٩
بند (١٠٨) – كمية حركة النقطة وطاقة حركتها ٣٤٩
بند (١٠٩) – دفع القوة ٣٥٠
بند (١١٠) – نظرية تغير كمية حركة النقطة ٤٥٢
بند (١١١) – شغل القوة . القدرة ٣٥٣
بند (١١٢) – امثلة على حساب الشغل ٣٥٨

بند (١١٣) – نظرية تغير طاقة حركة النقطة ٣٦٢
بند (١١٤) – حل المسائل ٣٦٤
بند (١١٥) – نظرية التغير فى عزم كمية حركة النقطة (نظرية العزوم) . . . ٣٧٢
بند (١١٦) – الحركة تحت تأثير القوة المركزية . قانون المساحات . . . ٣٧٥

الباب التاسع عشر . الحركة المقيدة للنقطة ٣٧٨
بند (١١٧) – معادلات حركة النقطة على منحنى ثابت معلوم ٣٧٨
بند (١١٨) – تعيين ردود افعال القيود ٣٧١

الباب العشرون . الحركة النسبية للنقطة ٣٨٥
بند (١١٩) – معادلات الحركة والسكون النسبيين للنقطة ٣٨٥
بند (١٢٠) – تأثير دوران الارض على اتزان وحركة الاجسام ٣٨٩
بند (١٢١) – انحراف النقطة المادية الساقطة عن الرأسى نتيجة لدوران الارض . ٣٩٣

الباب الحادى والعشرون . الحركة الذبذبية للنقطة فى خط مستقيم ٣٩٧
بند (١٢٢) – الذبذبات الحرة بدون حساب قوى المقاومة ٣٩٧
بند (١٢٣) – الذبذبات الحرة مع وجود مقاومة تتناسب مع السرعة (الذبذبات المخمدة) ٤٠٤
بند (١٢٤) – الذبذبات القسرية . الرنين ٤٠٨

الباب الثانى والعشرون . حركة جسم فى مجال الجاذبية الارضية ٤٢٠
بند (١٢٥) – حركة نقطة مادية مقذوفة فى اتجاه يميل بزاوية على الافقى فى مجال الجاذبية الارضية ٤٢٠
بند (١٢٦) – الاقمار الصناعية . المسارات الاهليلجية ٤٢٥

القسم الرابع

ديناميكا المجموعة والجسم الجاسىء

الباب الثالث والعشرون . مقدمة فى ديناميكا المجموعة . عزوم القصور الذاتى للجسم الجاسىء ٤٣٢
بند (١٢٧) – المجموعة الميكانيكية . القوى الخارجية والداخلية ٤٣٢
بند (١٢٨) – كتلة المجموعة . مركز الكتل ٤٣٤
بند (١٢٩) – عزم القصور الذاتى للجسم حول المحور . نصف قطر القصور الذاتى ٤٣٥
بند (١٣٠) – عزوم القصور الذاتى لجسم حول محاور متوازية . نظرية هيوجنس ٤٤٠

بند (١٣١) – حاصل ضرب القصور الذاتى (عزم القصور الطارد المركزى) .
المحاور الرئيسية للقصور الذاتى للجسم ٤٤٢

الباب الرابع والعشرون

نظرية حركة مركز كتل المجموعة

بند (١٣٢) – المعادلات التفاضلية لحركة المجموعة ٤٤٨
بند (١٣٣) – نظرية حركة مركز الكتل ٤٤٩
بند (١٣٤) – قانون حفظ حركة مركز الكتل ٤٥٠
بند (١٣٥) – حل المسائل ٤٥٣

الباب الخامس والعشرون . نظرية التغير فى كمية حركة المجموعة ٤٥٨
بند (١٣٦) – كمية حركة المجموعة ٤٥٨
بند (١٣٧) – نظرية التغير فى كمية الحركة ٤٥٩
بند (١٣٨) – قانون حفظ كمية الحركة ٤٦١
بند (١٣٩) – حل المسائل ٤٦٣
بند (١٤٠) – الجسم ذو الكتلة المتغيرة . حركة الصاروخ ٤٦٦

الباب السادس والعشرون . نظرية التغير فى عزم كمية حركة المجموعة ٤٧١
بند (١٤١) – العزم الرئيسى لكمية حركة المجموعة ٤٧١
بند (١٤٢) – نظرية التغير فى العزم الرئيسى لكمية حركة المجموعة (نظرية العزوم) ٤٧٣
بند (١٤٣) – قانون حفظ العزم الرئيسى لكمية الحركة ٤٧٧
بند (١٤٤) – حل المسائل ٤٨٠

الباب السابع والعشرون . نظرية التغير فى طاقة حركة المجموعة ٤٨٤
بند (١٤٥) – طاقة حركة المجموعة ٤٨٤
بند (١٤٦) – بعض حالات حساب الشغل ٤٨٩
بند (١٤٧) – نظرية التغير فى طاقة حركة المجموعة ٤٩٢
بند (١٤٨) – حل المسائل ٤٩٦
بند (١٤٩) – مجال القوى المحافظ ، دالة القوى ٥٠٣
بند (١٥٠) – طاقة الوضع ٥٠٩
بند (١٥١) – قانون حفظ الطاقة الميكانيكية ٥١٠

الباب الثامن والعشرون . تطبيق النظريات العامة على ديناميكا الجسم الجاسئ ٥١٢
بند (١٥٢) – الحركة الدورانية للجسم الجاسئ ٥١٢
بند (١٥٣) – البندول المركب (او الفيزيائى) ٥١٦

بند (١٥٤) – الحركة المستوية المتوازية للجسم الجاسئ ٥٢٠
بند (١٥٥) – النظرية التقريبية للظواهر الجيروسكوبية ٥٢٩

الباب التاسع والعشرون . تطبيق النظريات العامة فى نظرية الصدمة (التصادم) ٥٣٧
بند (١٥٦) – المعادلات الأساسية لنظرية الصدمة ٥٣٧
بند (١٥٧) – النظريات العامة فى نظرية الصدمة ٥٣٩
بند (١٥٨) – معامل الارتداد عند الصدمة ٥٤١
بند (١٥٩) – اصطدام جسم بحاجز ثابت ٥٤٣
بند (١٦٠) – الاصطدام المركزى المباشر بين جسمين (تصادم كرتين) . . ٥٤٥
بند (١٦١) – طاقة الحركة المفقودة عند التصادم غير المرن لجسمين . نظرية كارنو ٥٤٨
بند (١٦٢) – اصطدام جسم دائر ٥٥١

الباب الثلاثون . مبدأ دالمبرت . الضغوط على محور جسم دائر ٥٥٦
بند (١٦٣) – مبدأ دالمبرت ٥٥٦
بند (١٦٤) – المتجه الرئيسى والعزم الرئيسى لقوى القصور الذاتى للجسم الجاسئ ٥٥٩
بند (١٦٥) – حل المسائل ٥٦١
بند (١٦٦) – ردود الافعال الديناميكية المؤثرة على محور جسم دائر . التوازن الديناميكى للكتل ٥٦٨

الباب الواحد والثلاثون . مبدأ الشغل الافتراضى والمعادلة العامة للديناميكا ٥٧٦
بند (١٦٧) – الازاحات الافتراضية للمجموعة . عدد درجات الحرية (او الانطلاق) ٥٧٦
بند (١٦٨) – مبدأ الشغل الافتراضى (مبدأ الازاحات الممكنة) ٥٧٨
بند (١٦٩) – حل المسائل ٥٨٠
بند (١٧٠) – المعادلة العامة للديناميكا ٥٨٧

الباب الثانى والثلاثون . شروط الاتزان ومعادلات حركة المجموعة فى الاحداثيات المعممة . . ٥٩٣
بند (١٧١) – الاحداثيات والسرعات المعممة ٥٩٣
بند (١٧٢) – القوى المعممة ٥٩٦
بند (١٧٣) – شروط اتزان المجموعة فى الاحداثيات المعممة ٦٠٢
بند (١٧٤) – معادلات لاجرانج ٦٠٣
بند (١٧٥) – حل المسائل ٦٠٨