



مکانیک کلاسیک

ن. م. ندال

ترجمه

محمد رضا کرمی مهر



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه	موندال، سی. آر.
عنوان	Mondal C. R
نام پدید آور	مکانیک کلاسیک / س.ر. موندال؛ ترجمه محمد رضا کرمی مهر
موضوع	موضوع
مشخصات ظاهری	موضوع
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۱۱۲۳-۷
وضعیت فهرست نویسی	فیفا
یادداشت	عنوان اصلی: Classical mechanics
یادداشت	موضوع
موضوع	موضوع
شناسه افزوده	کرمی مهر، محمد رضا، ۱۳۵۲ - مترجم
رده بندی کنگره	۵۳۱/۰۱۵۱۵ : ۸۰۷/۰۷۰۴۹۳
رده بندی دیویی	۵۳۱/۰۱۵۱۵ :
شماره کتابشناسی ملی	۳۵۰۹۶۹۸ :

نام کتاب	مکانیک کلاسیک
ناشر	ناشر مولف
تالیف	س.ر. موندال
مترجم	محمد رضا کرمی مهر
لیتوگرافی	رامین
نوبت چاپ	اول - بهار ۱۳۹۳
چاپ	منصور
صحافی	کیمیا
ناظر فنی چاپ	محمد رضا کرمی مهر
تیراژ	۳۰۰ جلد
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۱۱۲۳-۷

مرکز پخش:

تهران میدان انقلاب خیابان وحید نظری بین فخر رازی و دانشگاه پلاک ۶۱ واحد ۲۳

Classical Mechanics

Revised Edition

C.R. MONDAL

Department of Mathematics
North-Eastern Hill University
Shillong

PHI Learning PRIVATE LIMITED

New Delhi- 110001

2011

© 2008 by PHI Learning Private Limited, New Dehli.

ISBN-978-81-203-3516-5

Seventh Printing (Revised Edition) October, 2011

Published by Asoke K. Ghosh, PHI Learning Private Limited, M-97,
Connaught Circus, New Dehli-110001 and printed by Mudrak, 30-A,
Patparganj, Dehli-110091

۸	 مقدمه مولف
۱۰	 مقدمه مترجم

فصل اول: اصل دالامبر و معادلات لاگرانژ ۱-۳۴

۱۱	 ۱-۱ برخی تعاریف
۱۲	 ۱-۱-۱ دسته بندی سیستمهای دینامیکی
۱۲	 ۱-۱-۲ برخی نمونه های قید
۱۴	 ۱-۱-۳ جابه جایی مجازی
۱۴	 ۱-۱-۴ اصل کار مجازی
۱۴	 ۱-۱-۵ بررسی تعمیم یافته در سیستم هولونومیک
۱۶	 ۱-۱-۶ پدیده ریاضی اصل کار مجازی
۱۷	 ۱-۱-۷ اصل دالامبر
۱۸	 ۲-۱ معادلات لاگرانژ برای سیستم هولونومیک
۲۱	 ۱-۲-۱ پتانسیل وابسته به زمان
۲۳	 ۳-۱ معادلات حرکت لاگرانژ برای سیستم پایستار غیر هولونومیک
۲۵	 ۱-۳-۱ استفاده از روش ضریب لاگرانژ در سیستم هولونومیک
۲۶	 ۴-۱ اهمیت فیزیکی ضرایب لاگرانژ
۲۶	 ۱-۴-۱ نوسانگر هماهنگ
۲۷	 مسائل حل شده
۴۳	 تمرین ها

فصل دوم: اصل وردشی و معادلات لاگرانژ ۴۴-۷۵

۴۴	 ۱-۲ اصل وردشی
۴۴	 ۲-۲ حساب وردشها
۴۷	 ۳-۲ اصل هامیلتون

۴۸	۴-۲ استنتاج اصل هامیلتون از معادلات لاگرانژ
۴۹	۵-۲ استنتاج معادلات لاگرانژ از اصل هامیلتون
۵۰	۶-۲ بسط اصل هامیلتون
۵۰	۶-۲-۱ اصل هامیلتون برای سیستم هولونومیک ناپایستار
۵۱	۶-۲-۲ نیروی تعمیم یافته برای یک سیستم دینامیکی
۵۲	۶-۲-۳ معادلات لاگرانژ برای سیستم هولونومیک ناپایستار
۵۳	۲ مختصات قابل اغماض یا دوره ای (تناوبی)
۵۴	۸-۱ قضایای پایستگی
۵۴	۸-۲ پایستگی تکانه خطی در فرمول بندی لاگرانژ
۵۶	۸-۳ پایستگی اندازه حرکت زاویه ای
۵۹	۸-۳-۲ پایستگی انرژی در فرمول بندی لاگرانژین
۶۱	مسائل حل شده
۷۵	تمرین

فصل سوم: معادلات حرکت اجسام صلب ۱۲-۷۶

۷۶	۳-۱ مختصات مستقل یک جسم صلب
۷۷	۳-۲ مختصات تعمیم یافته یک جسم صلب
۷۸	۳-۳ زوایای اوپلر
۸۰	۳-۳-۱ نمایش مختصات $x'y'z'$ بر حسب xyz
۸۴	۳-۴ مولفه های سرعت زاویه ای در راستای مجموعه محورهای x, y, z
۸۷	۳-۵ آهنگ تغییر یک بردار
۸۹	۳-۶ نیروی کوریولیس
۹۱	۳-۷ معادلات حرکت اوپلر برای یک جسم صلب
۹۵	۳-۷-۱ خط تغییر ناپذیر و صفحه تغییر ناپذیر

۹۷	 حل معادلات اوپلر برای حرکت بدون نیرو
۹۸	 ۸-۳ حرکت یک فرفره متقارن جرم دار
۱۰۱	 ۱-۸-۳ حرکت پایدار یک فرفره متقارن
۱۰۲	 ۲-۸-۳ ثبات حرکت پایدار
۱۰۹	 مسائل حل شده
۱۲۴	 تمرین

فصل چهارم: معادلات حرکت هامیلتون ۱۵۷-۱۲۶

۱۲۶	 ۱-۴ استخراج معادلات حرکت هامیلتون (با استفاده از معادلات لاگرانژ)
۱۳۰	 ۲-۴ روش روت معادلات حرکت
۱۳۱	 ۳-۴ استخراج معادلات هامیلتون از اصل هامیلتون
۱۳۳	 ۴-۴ اصل کمترین کنش
۱۳۷	 ۱-۴-۴ تمایز بین اصل کمترین کنش و اصل کمترین کنش
۱۳۸	 مسائل حل شده
۱۵۶	 تمرین

فصل پنجم: تبدیلات کانونیک ۱۹۵-۱۵۸

۱۵۹	 ۱-۵ مختصات کانونیکی و تبدیلهای کانونیکی
۱۶۵	 ۱-۱-۵ شرط لازم و کافی برای کانونیکی بودن تبدیل
۱۶۶	 ۲-۱-۵ مثالهای تبدیلهای کانونیکی
۱۶۸	 ۳-۱-۵ ویژگیهای تبدیلهای کانونیکی
۱۷۴	 ۴-۱-۵ براکت های پواسون
۱۷۹	 ۲-۵ معادلات حرکت هامیلتون در نماد گذاری براکت پواسون

- ۳-۵ تبدیل تماسی بی نهایت کوچک ۱۸۴
- ۴-۵ رابطه بین تبدیل تماسی بی نهایت کوچک و براکت پواسون ۱۸۶
- ۵-۵ تئوری هامیلتون - ژاکوبی ۱۸۸
- ۵-۵-۱ معادله هامیلتون - ژاکوبی برای تابع اصلی هامیلتون ۱۸۸
- مسائل حل شده ۱۸۹
- ۱۹۵
- ۱۹۶

مقدمه مولف

حرکت اجسام مادی، موضوع بحث برخی از دانشمندان و فیلسوفان معاصر در علم فیزیکی بوده است. تلاشهای آنها در توسعه بسیاری از متغیرهای علم ریاضیات مانند مکانیک تحلیلی یا دینامیک یا علم مکانیک به اوج رسیده است. امروزه، اصطلاح مکانیک کلاسیک برای توصیف این شاخه از علم ریاضیات به کار می‌رود. هدف از نگارش این کتاب پیش برد ساختار مکانیک کلاسیک و طرح برخی از کاربردهای آن می‌باشد.

اسحاق نیوتن کتاب تاریخی خود، اصول ریاضی فلسفه طبیعی، دینامیک ذره را به عنوان یک سیستم (ثابت) علمی و ریاضی برای توضیح تمام پدیده‌های طبیعی برحسب یک تئوری کاملاً مکانیکی مطرح می‌کند. او نظریات «نیرو» و «جرم» را معرفی کرده و صراحتاً قوانین حرکت را بیان می‌کند. این قوانین توسط دانشمندانی چون اولر، دالامبر، لاگرانژ در حوزه دینامیک سیستم به کار گرفته می‌شود.

کتاب حاضر پس از بازمینی و بحث مسائل به پنج فصل بوده و حاوی رئوس مطالب مکانیک کلاسیک برای دانشجویان در سطح کارشناسی ارشد می‌باشد.

پوشش واضح، شفاف و جامع این کتاب به دانشجویان کمک می‌کند تا زمینه سازی کاملی در مورد موضوع بدست آورند.

فصل‌های اول به بحث در مورد مختصات تعمیم یافته و معادلات لاگرانژ برای سیستم مولد نومیک می‌پردازند. با کمک این معادلات، انواع گوناگون مسائل ریاضی ساده و همچنین مسائل پیچیده قابل حل نمی‌باشد. در فصل‌های بعدی اصول گوناگون مانند اصل هامیلتون و اصل کمترین کنش بررسی می‌شود. با استفاده از این اصول، معادلات حرکت بدست می‌آیند.

فصل آخر مربوط به تبدیل‌های کانونیکی می‌باشد. با کمک تبدیل‌های کانونیکی مختصات تعمیم یافته تبدیل به مختصات چرخه‌ای می‌شود و همچنین ممکن است یک مجموعه خاص مختصات وجود داشته باشد که تمام مختصات تبدیل شده آن چرخه‌ای

یا قابل اغماض باشد. وقتی این مجموعه مختصات بدست آمد، راه حل مسائل خاص به راحتی بدست می‌آید.

من مشتاقانه امیدوارم این کتاب مورد استفاده دانشجویان و اساتید محترم قرار گیرد. منتظر نظرات و پیشنهادات سازنده شما هستم.

س.ر. موندال

www.ketab.ir

مقدمه مترجم

مکانیک یکی از قدیمی ترین مباحث فیزیک است که به همت دانشمندان برجسته ای چون نیوتن، دالامبر، لاگرانژ، هامیلتون، لاپلاس و غیره به قدرت و شکوهی بی مانند رسید. بدون شک شاهکار لاگرانژ که همانا ارائه فرمول بندی مبتنی بر آنالیز به جای هندسه، به علم مکانیک هم قدرت و هم استحکام بخشید. در این فرمول بندی اثری از بردنای رونیست و شکل معادلات حرکت کاملاً مستقل از دستگاه مختصاتی است که به آن برده می شود. این خصلت هاست که به فرمولبندی لاگرانژ هم توانایی فوق العاده داده و هم آن را به صورت یک شعر علمی زیبا در آورده است.

از آنجا که صورت بندی لاگرانژ و هامیلتون در تحلیل مسائل کوانتومی، نسبیتی، الکترودینامیکی و غیره کاربرد فراوان دارد، شایسته است که علاقمندان به فیزیک توجه لازم را به فراگیری این فرمول بکنند.

در این کتاب سعی شده است مباحثی که در فیزیک کلاسیک با زبانی ساده به خواننده ارائه شود و از طولانی کردن مباحث خودداری شده است تا خواننده بتواند به نتیجه قابل قبولی برسد.

با توجه به اینکه این کتاب نمی تواند جایگزینی از اشکال باشد بنده از دریافت هرگونه پیشنهاد راجع به تکمیل و تصحیح آن کمال تشکر خواهم داشت. در پایان از خانم مرضیه حیدری که در تکمیل این کتاب زحمت بسیاری متحمل شدند تشکر می کنم.

محمد رضا کرمی مهر