

## فهرست مطالب

۳.....	سینماتیک: حرکت، هندسه‌ی مسیر.....	فصل ۱
۳۵.....	اصول موضوع، قانون‌های عمومی دینامیک و گرانث.....	فصل ۲
۶۹.....	سرشت عمومی نیرو، متغیرهای دینامیکی.....	فصل ۳
۱۳۵.....	حرکت در یک بُعد.....	فصل ۴
۲۱۹.....	حرکت در دو و سه بُعد.....	فصل ۵
۲۵۷.....	سامانه‌ی دوجسمی.....	فصل ۶
۳۰۱.....	حرکت در میدان نیروی مرکزی: پتانسیل کروی متقارن.....	فصل ۷
۳۸۷.....	سامانه‌های بس‌ذره‌ای.....	فصل ۸
۴۱۹.....	مکانیک لاگرانژی.....	فصل ۹
۴۹۱.....	مکانیک لاگرانژی: رویکردی با حسابان وردش.....	فصل ۱۰
۵۸۳.....	تقارن و قانون‌های پایستگی.....	فصل ۱۱
۶۱۹.....	مکانیک همیلتونی.....	فصل ۱۲
۶۹۹.....	سامانه‌های نوسانی جفت شده.....	فصل ۱۳
۷۵۵.....	جسم سخت: دینامیک چرخش.....	فصل ۱۴
۸۸۹.....	چارچوب‌های نالخت.....	فصل ۱۵

### فصل ۱۰ مکانیک لاگرانژی: رویکردی با حسابان وردش ۴۹۱

۵۳۷.....	۱۰-۱۰ اصل همیلتون: نگاهی دوباره.....	۴۹۱.....	۱۰-۱ اصل فرما.....
۵۳۹.....	۱۰-۱۱ نکاتی پیرامون معادله‌ی اولر-لاگرانژ.....	۴۹۲.....	۱۰-۲ حسابان وردش.....
۵۴۲.....	۱۰-۱۲ نیروهای قیدی و ضرایب لاگرانژ.....	۴۹۸.....	۱۰-۳ حسابان وردش: بسط تیلور و مشتق تابعی.....
۵۵۰.....	۱۰-۱۳ انرژی: دوباره.....	۵۰۱.....	۱۰-۴ کوتاه‌ترین فاصله: ژئودزی (زمین خط).....
۵۵۶.....	۱۰-۱۴ نوسان‌های کوچک حول مکان ترازمندی.....	۵۰۶.....	۱۰-۵ شکل دیگر معادله‌ی اولر.....
۵۶۳.....	مثال‌های تکمیلی.....	۵۱۱.....	۱۰-۶ مسیر زمان‌کمینه.....
۵۶۹.....	پیوست ۱: بسط تیلور تابعی.....	۵۱۸.....	۱۰-۷ توابع با چند متغیر.....
۵۷۰.....	پیوست ۲: اثبات عمومی‌تر معادله‌های اولر-لاگرانژ.....	۵۲۳.....	۱۰-۸ بازیافت مکانیک از حسابان وردش.....
۵۷۳.....	مسئله‌ها.....	۵۳۵.....	۱۰-۹ فلسفه‌ی رویکرد لاگرانژی.....

**فصل ۱۱ تقارن و قانون‌های پایستگی ۵۸۳**

۱۱-۱	پیش‌گفتار	۵۸۳
۱۱-۲	تکانه‌ی تعمیم یافته-تکانه‌ی بُندادی یا تکانه‌ی هم‌بوغ	۵۸۴
۱۱-۳	مختصات چرخه‌ای و قانون‌های پایستگی	۵۸۵
۱۱-۴	پایستگی انرژی	۵۸۶
۱۱-۵	تقارن‌ها و تبدیل‌ها	۵۸۸
۱۱-۶	یافتن تقارن	۵۹۲
۱۱-۷	قضیه‌ی نوثر	۵۹۴
۱۱-۸	توابع ناورداد	۵۹۸
۱۱-۹	نکاتی در باره‌ی تبدیل‌ها و تقارن	۵۹۹
۱۱-۱۰	اصل وردش و قضیه‌ی نوثر	۶۰۱
۱۱-۱۰-۱	تبدیل‌های جزئی مستقیم	۶۰۲
۱۱-۱۰-۲	تبدیل‌های جزئی غیرمستقیم	۶۰۲
۱۱-۱۰-۳	تبدیل‌های ترکیبی	۶۰۳
۱۱-۱۱	لاگرانژی و تقارن	۶۱۰
۱۱-۱۱-۱	تبدیل لورنتس و پیش‌رانش گالیله	۶۱۰
۱۱-۱۱-۲	ساختن لاگرانژی از تقارن	۶۱۲
۶۱۵	مسئله‌ها	

**فصل ۱۲ مکانیک همیلتونی ۶۱۹**

۱۲-۱	آغاز	۶۱۹
۱۲-۲	تبدیل‌های لژاندر	۶۲۰
۱۲-۲-۱	تبدیل لژاندر تابع با یک متغیر	۶۲۱
۱۲-۲-۲	تبدیل لژاندر تابع با چند متغیر	۶۲۳
۱۲-۳	تبدیل لژاندر و معادله‌های همیلتون	۶۲۴
۱۲-۴	معادله‌های همیلتون و اصل کنش مانا	۶۳۰
۱۲-۵	کاربردهای نظریه‌ی همیلتون، براکت‌های پواسون	۶۳۸
۱۲-۵-۱	براکت‌های پواسون	۶۳۸
۱۲-۵-۲	قضیه‌ی ژاکوبی-پواسون	۶۴۰
۱۲-۶	فضای فاز، قضیه‌ی لیوویل، توزیع بندادی در مکانیک آماری	۶۴۱
۱۲-۶-۱	فضای فاز	۶۴۱
۱۲-۶-۲	قضیه‌ی لیوویل	۶۴۵
۱۲-۶-۳*	قضیه‌ی لیوویل و توزیع بندادی در مکانیک آماری	۶۵۰
۱۲-۶-۴	گذار به مکانیک کوانتومی: کاربردی از نظریه‌ی همیلتونی	۶۵۳
۱۲-۷*	موضوع‌های نظری در مکانیک	۶۵۶
۱۲-۷-۱	تبدیل‌های بُندادی و توابع مولد	۶۵۶
۱۲-۷-۲	توابع مولد	۶۵۹
۱۲-۷-۳	براکت پواسون و تبدیل‌های بُندادی	۶۷۰
۱۲-۸	متغیرهای کنش-زاویه	۶۷۲
۱۲-۸-۱	قضیه‌ی لیوویل برای سامانه‌های انتگرال‌پذیر	۶۷۴
۱۲-۸-۲	متغیرهای کنش-زاویه در سامانه‌های یک‌بُعدی	۶۷۵
۱۲-۹	ناوردایی بی‌دررو	۶۷۷
۱۲-۱۰	معادله‌ی همیلتون-ژاکوبی	۶۸۳
۶۹۳	پیوست	
۶۹۴	مسئله‌ها	

**فصل ۱۳ سامانه‌های نوسانی جفت شده ۶۹۹**

۱۳-۱	دو جرم و سه فنر	۶۹۹
۱۳-۲	حالت‌های بهنجار	۷۰۳
۱۳-۳	مختصات بهنجار	۷۰۶
۱۳-۴	نوسانگرهای با جفت‌شدگی ضعیف	۷۰۷
۱۳-۵	رویکرد لاگرانژی برای نوسان‌های کوچک	۷۱۵
۱۳-۵-۱	چند حالت خاص	۷۱۵

۷۳۶	ارتعاش مولکول‌ها.....	۱۳-۷	۷۲۱	رویکرد لاگرانژی: حالت عمومی .....	۱۳-۵-۲
۷۴۶	ریسمان بارگذاری شده: دینامیک ریسمان .....	۱۳-۸	۷۲۸	روش عمومی جبر خطی .....	۱۳-۶*
۷۵۱	مسئله‌ها .....	۱۳-۷	۷۲۸	واژگان و برخی تعریف‌ها .....	۱۳-۶-۱

## فصل ۱۴ جسم سخت: دینامیک چرخش ۷۵۵

۸۱۱	حرکت پس از ضربه.....	۱۴-۱۵-۱	۷۵۵	حرکت دایره‌های یکنواخت: بازخوانی .....	۱۴-۱
۸۱۵	بسامه حرکت بر اثر گشتاور .....	۱۴-۱۵-۲	۷۵۶	ضرب خارجی: پیش‌گفتار .....	۱۴-۲
۸۲۴	معادله‌های اولر.....	۱۴-۱۶	۷۶۰	سرعت زاویه‌ای: ارتباط بین چرخش و بردار .....	۱۴-۳
۸۳۲	سازه‌ی پوئنسات.....	۱۴-۱۷*	۷۶۱	چرخش‌های کوچک .....	۱۴-۴
۸۳۴	زاویه‌های اولر .....	۱۴-۱۸	۷۶۲	برخی مفاهیم مکانیک نیوتون برای سامانه‌ی ذرات ..	۱۴-۵
۸۳۴	قضیه‌ی اولر .....	۱۴-۱۸-۱	۷۶۲	قانون سوم نیوتون.....	۱۴-۵-۱
۸۳۷	سرعت زاویه‌ای برحسب زاویه‌های اولر.....	۱۴-۱۸-۲	۷۶۲	تعریف جسم سخت .....	۱۴-۵-۲
	حل مسئله‌ی فرفره‌ی سنگین:	۱۴-۱۸-۳	۷۶۵	انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل.....	۱۴-۵-۳
۸۳۸	روش گشتاور $\tau = dL/dt$ .....	۱۴-۱۸-۳	۷۶۶	تکانه‌ی زاویه‌ای .....	۱۴-۵-۴
	حل مسئله‌ی فرفره‌ی سنگین:	۱۴-۱۸-۴	۷۶۸	تانسور گشتاور لختی .....	۱۴-۶
۸۴۲	روش لاگرانژی.....	۱۴-۱۸-۴	۷۶۸	چرخش جسم حول محوری که از مبدا	۱۴-۷
۸۴۴	نگاهی کیفی به حرکت تقدیمی .....	۱۴-۱۸-۵	۷۷۶	مختصات می‌گذرد .....	۱۴-۷
۸۴۵	ناوش .....	۱۴-۱۹	۷۸۰	انرژی جنبشی .....	۱۴-۸
۸۴۹	نمونه و کاربردهای شگفت‌آور .....	۱۴-۲۰	۷۸۱	نیروی مرکزی و تکانه‌ی زاویه‌ای .....	۱۴-۹
۸۴۹	تقدیمی یکنواخت .....	۱۴-۲۰-۱	۷۸۳	قضیه‌ی محورهای موازی .....	۱۴-۱۰
۸۵۰	فرفره‌ی عمودی.....	۱۴-۲۰-۲	۷۸۶	گشتاور .....	۱۴-۱۱
۸۵۱	حرکت تقدیمی اعتدال زمین .....	۱۴-۲۰-۳	۷۸۶	نسبت به نقطه‌ی ثابت .....	۱۴-۱۱-۱
۸۵۱	نمایش تصویری .....	۱۴-۲۱	۷۸۹	گشتاور نسبت به مرجع متحرک .....	۱۴-۱۱-۲
	حرکت اجسامی که تغییر شکل می‌دهند:	۱۴-۲۲*	۷۹۰	محورهای اصلی .....	۱۴-۱۲
۸۶۴	گره‌ی مرتاض علی .....	۱۴-۲۲*	۷۹۰	پیش‌گفتار: چارچوب فضایی و	۱۴-۱۲-۱
۸۷۰	مثال‌های تکمیلی .....	۱۴-۲۲*	۷۹۰	چارچوب جسمی .....	۱۴-۱۲-۱
۸۸۰	پیوست‌ها .....	۱۴-۲۲*	۷۹۷	یافتن محورهای اصلی .....	۱۴-۱۲-۲
۸۸۰	پیوست ۱: ریاضی .....	۱۴-۲۲*	۸۰۷	فرفره‌ی متقارن.....	۱۴-۱۳
۸۸۲	پیوست ۲: چرخش‌های جزئی .....	۱۴-۲۲*	۸۰۷	پیش‌درآمدی بر حرکت چرخشی جسم سخت:	۱۴-۱۴
۸۸۶	مسئله‌ها .....	۱۴-۲۲*	۸۰۸	یک مثال .....	۱۴-۱۴
			۸۱۱	مسئله‌های حرکت .....	۱۴-۱۵

## فصل ۱۵ چارچوب‌های نالخت ۸۸۹

۸۹۱	چارچوب چرخان .....	۱۵-۳	۸۸۹	پیش‌گفتار .....	۱۵-۱
۸۹۳	شتاب، نیروهای پنداری .....	۱۵-۴	۸۸۹	چارچوب با شتاب ثابت .....	۱۵-۲

۹۱۵	کشندها	۱۵-۹	۸۹۵	اثر کوریولیس	۱۵-۵
۹۱۹	نیروهای کشندی: مسئله‌ای در گرانج	۱۵-۱۰	۹۰۰	آونگ فوکو	۱۵-۶
۹۲۲	شتاب در چارچوب چرخان: رویکرد لاگرانژی	۱۵-۱۱	۹۰۴	نیروی مرکزگریز	۱۵-۷
۹۲۴	مسئله‌ها		۹۱۳	شکل زمین	۱۵-۸

۹۲۵ \_\_\_\_\_ پاسخ مسئله‌ها

الف ۱ \_\_\_\_\_ نمایه