

درس نامه فیزیک فاینمن

(جلد دوم: تابش، گرما)

نویسندگان: ریچارد فاینمن • رابرت لیتون • متیو سندز

مترجمان:

محمد مقدسی

محبوبه مشهدی

سبزان

فهرست مطالب

۱۱.....	مقدمه مترجم.....
۱۳.....	درباره ریچارد فاینمن.....
۱۵.....	مقدمه فاینمن.....
۱۹.....	پیشگفتار.....

۲۶. اپتیک: اصل کمترین زمان

۲۳.....	نور.....
۲۵.....	بازتاب و شکست.....
۲۷.....	اصل کمترین زمان فرما.....
۳۱.....	کاربردهای اصل فرما.....
۳۶.....	بیان دقیق تر اصل فرما.....
۳۸.....	نور چه رفتاری دارد؟.....
۴۰.....	خلاصه‌ی درس.....

۲۷. اپتیک هندسی

۴۱.....	مقدمه.....
۴۲.....	فاصله کانونی سطح کروی.....
۴۶.....	فاصله کانونی عدسی.....
۴۸.....	بزرگ‌نمایی.....
۵۰.....	عدسی‌های مرکب.....
۵۱.....	ابیراهی.....
۵۲.....	توان تفکیک.....
۵۴.....	خلاصه‌ی درس.....

۲۸. تابش الکترومغناطیسی

۵۵.....	الکترومغناطیس.....
۵۹.....	تابش.....

۱۲۳	..... آهنگ تابش انرژی
۱۲۵	..... میرایی تابش
۱۲۷	..... چشمه‌های مستقل
۱۳۰	..... پراکندگی نور

۳۳. قطبش

۱۳۷	..... بردار الکتریکی نور
۱۴۰	..... قطبش نور پراکنده شده
۱۴۰	..... دوشکستی
۱۴۴	..... قطبنده‌ها
۱۴۶	..... فعالیت نوری
۱۴۸	..... شدت پرتو بازتاب
۱۵۱	..... شکست نابهنجار
۱۵۵	..... خلاصه‌ی درس

۳۴. پدیده‌های نسبی در تابش

۱۵۷	..... چشمه‌های متحرک
۱۶۰	..... یافتن حرکت «ظاهری»
۱۶۱	..... تابش سینکروترون
۱۶۵	..... تابش سینکروترون کیهانی
۱۶۶	..... تابش ترمزی
۱۶۸	..... اثر دوپلر
۱۷۱	..... چاربردار ω و k
۱۷۲	..... ابیراهی
۱۷۴	..... تکانه‌ی نور
۱۷۶	..... خلاصه‌ی درس

۳۵. تشخیص رنگ‌ها

۱۷۷	..... چشم انسان
۱۸۰	..... وابستگی رنگ به شدت
۱۸۲	..... رنگ‌بینی
۱۸۷	..... نمودار فام‌نابی

۶۲	..... تابشگر دوقطبی
۶۴	..... تداخل
۶۶	..... خلاصه‌ی درس

۲۹. تداخل

۶۷	..... امواج الکترومغناطیسی
۶۹	..... انرژی تابش
۷۰	..... امواج سینوسی
۷۱	..... دو تابشگر دوقطبی
۷۶	..... ریاضیات تداخل
۸۰	..... خلاصه‌ی درس

۳۰. پراش

۸۱	..... دامنه‌ی برابند ناشی از n نوسانگر مشابه
۸۶	..... توری پراش
۹۰	..... توان تفکیک توری پراش
۹۲	..... آنتن سهموی
۹۳	..... لایه‌های رنگی؛ بلورها
۹۴	..... پراش از صفحات کدر
۹۷	..... میدان صفحه‌ای از بارهای نوسانگر
۱۰۲	..... خلاصه‌ی درس

۳۱. منشأ ضریب شکست

۱۰۳	..... ضریب شکست
۱۰۸	..... میدان ناشی از ماده
۱۱۱	..... پاشندگی
۱۱۴	..... جذب
۱۱۵	..... انرژی حمل شده در موج الکتریکی
۱۱۷	..... پراش نور از پرده
۱۲۰	..... خلاصه‌ی درس

۳۲. میرایی تابش؛ پراکندگی نور

۱۲۱ مقاومت تابشی
-----	--------------------

۲۶۳	فشار گاز
۲۶۸	تراکم‌پذیری تابش
۲۶۹	دما و انرژی جنبشی
۲۷۵	قانون گاز آرمانی
۲۷۸	خلاصه‌ی درس

۴۰. اصول مکانیک آماری

۲۷۹	جو نمایی!
۲۸۲	قانون بولتزمن
۲۸۳	تبخیر مایع
۲۸۵	توزیع تندی مولکول‌ها
۲۹۰	گرمای ویژه گازها
۲۹۳	شکست فیزیک کلاسیک
۲۹۶	خلاصه‌ی درس

۴۱. حرکت براونی

۲۹۷	همپاری انرژی
۳۰۱	تعادل گرمایی تابش
۳۰۷	همپاری و نوسانگر کوانتومی
۳۱۰	گام تصادفی
۳۱۴	خلاصه‌ی درس

۴۲. کاربردهای نظریه‌ی جنبشی

۳۱۵	تبخیر
۳۲۰	گسیل گرمایونی
۳۲۱	یونش گرمایی
۳۲۴	سینتیک شیمیایی
۳۲۶	قوانین تابش اینشتین
۳۳۰	خلاصه‌ی درس

۴۳. پخش

۳۳۱	برخورد بین مولکول‌ها
-----	----------------------

۱۸۸	مکانیزم رنگ‌بینی
۱۹۲	شیمی - فیزیک رنگ‌بینی

۳۶. مکانیزم بینایی

۱۹۷	احساس رنگ
۲۰۱	فیزیولوژی چشم
۲۰۷	سلول‌های استوانه‌ای
۲۰۹	چشم مرکب (چشم حشرات)
۲۱۴	سایر چشم‌ها
۲۱۶	عصب‌شناسی بینایی

۳۷. رفتار کوانتومی

۲۲۳	مکانیک اتمی
۲۲۴	آزمایشی با گلوله‌ها
۲۲۶	آزمایشی با امواج
۲۲۸	آزمایشی با الکترون‌ها
۲۳۰	تداخل امواج الکترونی
۲۳۳	تماشای الکترون‌ها
۲۳۷	اصول اولیه‌ی مکانیک کوانتومی
۲۳۹	اصل عدم قطعیت
۲۴۲	خلاصه‌ی درس

۳۸. ارتباط دیدگاه‌های موجی و ذره‌ای

۲۴۳	دامنه‌ی موج احتمال
۲۴۵	اندازه‌گیری مکان و تکانه
۲۴۹	پراش از بلور
۲۵۲	اندازه‌ی اتم
۲۵۵	ترازهای انرژی
۲۵۶	نتایج فلسفی
۲۶۰	خلاصه‌ی درس

۳۹. نظریه‌ی جنبشی گازها

۲۶۱	خواص ماده
-----	-----------

۴۰۵	..... معادله‌ی موج
۴۰۹	..... حل‌های معادله‌ی موج
۴۱۰	..... سرعت صوت
۴۱۲	..... خلاصه‌ی درس

۴۸. زنش

۴۱۳	..... جمع کردن دو موج
۴۱۶	..... نت‌های زنش و مدوله‌سازی
۴۱۹	..... کناریباند
۴۲۱	..... قطارموج جایگزیده
۴۲۴	..... دامنه‌ی احتمال ذرات
۴۲۷	..... امواج سه‌بعدی
۴۲۸	..... مدهای عمود
۴۳۰	..... خلاصه‌ی درس

۴۹. مُدها

۴۳۱	..... بازتاب امواج
۴۳۳	..... امواج محصور با بسامدهای طبیعی
۴۳۷	..... مدهای دوبعدی
۴۴۰	..... آونگ‌های جفت‌شده
۴۴۲	..... دستگاه‌های خطی
۴۴۴	..... خلاصه‌ی درس

۵۰. هماهنگ‌ها

۴۴۵	..... نواهای موسیقایی
۴۴۸	..... سری فوریه
۴۴۹	..... کیفیت و مطبوعیت
۴۵۳	..... ضرایب فوریه
۴۵۸	..... قضیه‌ی انرژی
۴۵۹	..... پاسخ‌های غیرخطی
۴۶۳	..... خلاصه‌ی درس

۳۳۴	..... پویش آزاد میانگین
۳۳۶	..... سرعت رانش
۳۳۹	..... رسانش یونی
۳۴۱	..... پخش مولکولی
۳۴۵	..... رسانش گرمایی
۳۴۶	..... خلاصه‌ی درس

۴۴. قوانین ترمودینامیک

۳۴۷	..... ماشین‌های گرمایی؛ قانون اول
۳۵۱	..... قانون دوم
۳۵۳	..... ماشین‌های برگشت‌پذیر
۳۵۹	..... بازدهی ماشین آرمانی
۳۶۲	..... دمای ترمودینامیکی
۳۶۴	..... آنتروپی
۳۷۰	..... خلاصه‌ی درس

۴۵. تشریح ترمودینامیک

۳۷۱	..... انرژی داخلی
۳۷۶	..... کاربردها
۳۸۰	..... معادله‌ی کلاوزیوس - کلاپیرون
۳۸۶	..... خلاصه‌ی درس

۴۶. چرخ جفجغه و شیطانک

۳۸۷	..... چرخ جفجغه چگونه کار می‌کند؟
۳۸۹	..... چرخ جفجغه به عنوان ماشین
۳۹۳	..... برگشت‌پذیری در مکانیک
۳۹۵	..... برگشت‌ناپذیری
۳۹۷	..... نظم و آنتروپی
۴۰۰	..... خلاصه‌ی درس

۴۷. صوت؛ معادله‌ی موج

۴۰۱	..... امواج
۴۰۴	..... انتشار صوت

۵۱. امواج

۴۶۵	موج‌های سینه.....
۴۶۷	امواج ضربه‌ای.....
۴۷۲	امواج در جامدات.....
۴۷۷	امواج سطحی.....
۴۸۲	خلاصه‌ی درس.....

۵۲. تقارن در قوانین فیزیکی

۴۸۳	عمل‌های تقارن.....
۴۸۴	تقارن در فضا و زمان.....
۴۸۷	تقارن و قوانین پایستگی.....
۴۸۸	بازتاب آینه‌ای.....
۴۹۱	بردارهای قطبی و محوری.....
۴۹۴	راست کجاست؟.....
۴۹۶	پارितه پایسته نیست!.....
۴۹۸	پادماده.....
۵۰۰	تقارن‌های شکسته‌شده.....
۵۰۲	خلاصه‌ی درس.....
۵۰۳	واژه‌نامه.....
۵۰۷	منابع فصل‌های ۳۵ و ۳۶.....
۵۰۹	نمایه.....

مقدمه مترجم

آنچه پیش روی شماست، جلد دوم از درس‌نامه‌ی فیزیک فاینمن است که عمدتاً به تابش الکترومغناطیسی و قواعد ترمودینامیک اختصاص دارد. البته گاهی بحث‌ها به حاشیه برده می‌شود و شاید خواننده تصور کند رشته‌ی کلام از دست مؤلف خارج شده، اما واقعیت این است که مؤلف از آن حاشیه‌ها استفاده‌های مهمی می‌کند و همواره می‌کوشد تا تخصص را به همراه جامع‌نگری به دانشجویانش بیاموزد.

هنگام تنظیم این جلد، تصمیم گرفتیم شماره‌ی فصل‌ها را در ادامه‌ی جلد قبل بیاوریم تا با نسخه‌ی اصلی هماهنگ باشد. به‌علاوه، ترجیح دادیم برای نشان دادن کمیت‌های برداری از پیکان (مثلاً \vec{V}) استفاده کنیم تا به‌وضوح، برداری بودن آنها مشخص شود.

ضمناً در این مدت که از چاپ جلد اول می‌گذرد، برخی خوانندگان نکات جالبی را مطرح کردند - چه حضوری و چه در قالب ایمیل. عمده‌ترین سؤال این بود که مخاطب کتاب چه کسانی هستند. آیا فقط دانشجویان فیزیک می‌توانند از آن استفاده کنند؟ شخصاً معتقدم بخش‌هایی از این مجموعه دربارهِی معرفت علمی است، نه صرفاً چندتا فرمول برای توصیف پدیده‌ای خاص. فاینمن بارها سعی کرده است تا مخاطب را با چالش‌های کلی علم آشنا کند و از این‌رو، گمان می‌کنم برخی از مطالب به هیچ پیش‌زمینه‌ی خاصی نیاز ندارند. در واقع، مطالعه‌ی برخی فصل‌ها را به عموم علاقه‌مندان توصیه می‌کنم؛ فصل‌هایی همچون ۱، ۲، ۳، ۳۵، ۳۷، ۴۶ و ۵۲.

از طرفی، عده‌ای پرسیده بودند که چرا بعضی کلمات خاص، آن اصطلاح مرسوم فیزیکی نیستند؛ برای نمونه، پرتو تابش را گاهی پرتو فرودی یا گاهی پرتو ورودی خوانده‌ایم! دلیلش این است که خود مؤلف هم اصراری بر یک کلمه‌ی خاص ندارد و معمولاً طوری با زبان بازی می‌کند که مخاطب به‌واسطه‌ی معنای عامیانه‌ی کلمات بتواند آرام‌آرام موضوع را درک کند.