

مکانیک آماری

مجموعه سخنرانی‌های

ریچارد پی. فاینمن

مترجم

دکتر داریوش شیری

(دانشگاه صنعتی چالمرز سوئد)

نیاز دانش

شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۹۰۶-۱۷-۹ :
شماره کتابشناسی ملی :	۵۱۳۲۸۴۵
عنوان و نام پدیدآور :	مکانیک آماری: مجموعه سخنرانی های ریچارد پی فاینمن/ ریچارد پی فاینمن؛ مترجم داریوش شیری.
مشخصات نشر :	تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری :	۳۷۵ص.
یادداشت :	عنوان اصلی: Statistical mechanics: a set of lectures
موضوع :	مکانیک آماری
موضوع :	Statistical Mechanics
رده بندی دیویی :	۵۳۰/۱۳
رده بندی کنگره :	۱۳۹۷ ۷ م ۱۷۴/۸/۱۷۴ QC
سرشناسه :	فاینمن، ریچارد فیلیس، ۱۹۱۸-۱۹۸۸م.
شناسه افزودن :	Feynman, Richard Phillips
وضعیت فهرست ریزی :	شیر، داریوش، ۱۳۵۴- مترجم
	فیفا



نام کتاب	: مکانیک آماری (مجموعه سخنرانی های ریچارد پی. فاینمن)
نویسنده	: ریچارد پی. فاینمن
مترجم	: دکتر داریوش شیری (دانشگاه صنعتی چالمرز سوئد)
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
ناشر	: نیاز دانش
صفحه آرا	: واحد تولید انتشارات نیاز دانش
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۷
شمارگان	: ۱۰۰ نسخه
قیمت	: ۳۵۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-8906-17-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۰۶-۱۷-۹

هرگونه چاپ و تکثیر (اعم از زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیهی CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است، متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

آدرس انتشارات: تهران، میدان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، تقاطع وحید نظری، پلاک ۲۵۵، طبقه ۱، واحد ۲

۰۲۱-۶۶۴۷۸۱۰۶-۶۶۴۷۸۱۰۸-۰۹۱۲۷۰۷۳۹۳۵

www.Niye-Danesh.com

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲-۲۱۰۶۷۰۹

۵-۳ کاربرد از قضیهٔ وِردیش (Variation)..... ۱۰۲

فصل ۴ سیستم کلاسیکی با N ذره..... ۱۱۱

۱-۴ مقدمه..... ۱۱۱

۲-۴ ضریب VIRIAL دوم..... ۱۱۴

۳-۴ بسط خوشه‌ای مایر (MAYER)..... ۱۱۹

۴-۴ تابع توزیع شعاعی..... ۱۲۵

۵-۴ توابع ترمودینامیکی..... ۱۲۸

۶-۴ معادلهٔ بورن-گرین برای n_2 ۱۲۹

۷-۴ گاز یک بُعدی..... ۱۳۱

۸-۴ گاز یک بُعدی با پتانسیل از نوع $e^{-|x|}$ ۱۳۴

۹-۴ بحث کوتاهی دربارهٔ چگالش..... ۱۳۹

فصل ۵ نظریهٔ نظم و بی‌نظمی..... ۱۴۱

۱-۵ مقدمه..... ۱۴۱

۲-۵ نظم و بی‌نظمی در یک بُعد..... ۱۴۴

۳-۵ روش‌های تقریبی برای حالت دو بُعدی..... ۱۴۵

۴-۵ مسألهٔ آنراگر..... ۱۵۱

۵ توضیحات اضافی..... ۱۶۴

فصل ۶ عملگرهای پیدایش و نابودی..... ۱۶۷

۱-۶ یک مسألهٔ ریاضی ساده..... ۱۶۷

۲-۶ نوسانگر هارمونیک..... ۱۷۰

۳-۶ نوسانگر هارمونیک..... ۱۷۲

۴-۶ سیستمی از نوسانگرهای هم‌انگ..... ۱۷۳

۵-۶ فونون‌ها..... ۱۷۵

۶-۶ کوانتش میدان..... ۱۷۸

۷-۶ سیستمی از ذرات غیر قابل تفکیک..... ۱۸۳

۸-۶ هامیلتونی و سایر عملگرها..... ۱۹۳

۹-۶ حالت پایهٔ سیستم فرمیونی..... ۱۹۹

۱۰-۶ هامیلتونی برای سیستم فونون-الکترون..... ۲۰۱

۱۱-۶ برهم‌کنش‌های فوتون-الکترون..... ۲۰۶

۱۲-۶ نمودارهای فاینمن..... ۲۰۸

فصل ۱ آشنایی با مکانیک آماری..... ۱۳

۱-۱ تابع پارش..... ۱۳

۲-۱ نوسانگرهای هم‌انگ خطی..... ۲۱

۳-۱ تابش جسم سیاه..... ۲۲

۴-۱ ارتعاشات در یک جامد..... ۲۵

۵-۱ گرمای ویژهٔ یک کریستال..... ۳۰

۶-۱ اثر موسباور (MÖSSBAUER)..... ۳۶

۷-۱ آمار کربتسومی برای سیستم‌های بسّ

ذراتی..... ۳۹

۸-۱ محاسبهٔ چند انگه..... ۴۳

۹-۱ گاز ایده‌آل بورن-آینشتاین..... ۴۳

۱۰-۱ گاز فرمی-دیراک..... ۴۷

فصل ۲ ماتریس‌های چگالی..... ۵۳

۱-۲ آشنایی با ماتریس‌های چگالی..... ۵۳

۲-۲ ویژگی‌هایی دیگر از ماتریس چگالی..... ۵۸

۳-۲ ماتریس چگالی در مکانیک آماری..... ۶۱

۴-۲ ماتریس چگالی برای ذرهٔ آزاد یک بُعدی..... ۶۳

۵-۲ نوسانگر هم‌انگ خطی..... ۶۴

۶-۲ نوسانگر ناهم‌انگ..... ۶۷

۷-۲ تابع ویگنر..... ۷۳

۸-۲ ماتریس چگالی متقارن شده برای N ذره..... ۷۴

۹-۲ زیر ماتریس چگالی..... ۷۹

۱۰-۲ بسط اختلال (PERTURBATION)

ماتریس چگالی..... ۸۰

۱۱-۲ اثبات $F \leq F_0 + \langle H - H_0 \rangle_0$ ۸۲

فصل ۳ انتگرال‌های مسیر..... ۸۷

۱-۳ فرمول‌بندی انتگرال مسیر برای ماتریس

چگالی..... ۸۷

۲-۳ محاسبهٔ انتگرال‌های مسیر..... ۹۳

۳-۳ یافتن انتگرال مسیر از روی بسط اختلال..... ۹۸

۴-۳ اصل وِردیشی برای انتگرال مسیر..... ۱۰۰

فصل ۷ امواج اسپین ۲۱۵

- ۱-۷ برهم‌کنش‌های اسپین-اسپین ۲۱۵
 ۲-۷ جبر پاولی برای اسپین ۲۱۸
 ۳-۷ موج اسپین در یک شبکه ۲۲۰
 ۴-۷ تعبیر شبه کلاسیکی از امواج اسپینی ۲۲۵
 ۵-۷ امواج دو اسپینی ۲۲۶
 ۶-۷ امواج دو اسپینی (تحلیل دقیق) ۲۲۸
 ۷-۷ پراکندگی موج‌های دو اسپینی ۲۳۱
 ۸-۷ نامتعامدی ۲۳۴
 ۹-۷ روش عمل‌گر (اپراتور) ۲۳۶
 ۱۰-۷ پراکندگی موج‌های اسپینی - مقایسه با نوسان‌گرها ۲۳۸

فصل ۸ مسأله پلارون ۲۴۱

- ۱-۸ مقدمه ۲۴۱
 ۲-۸ حل مسأله پلارون نظریه اختلال ۲۴۴
 ۳-۸ فرمول‌بندی مسأله به روش وردیشی (Variational) ۲۴۶
 ۴-۸ روش وردیشی (variational) ۲۴۶
 ۵-۸ جرم مؤثر ۲۶۱

فصل ۹ گاز الکترونی در یک فلز ۲۶۳

- ۱-۹ مقدمه: تابع حالت ϕ ۲۶۳
 ۲-۹ امواج صوتی ۲۶۶
 ۳-۹ محاسبه $P(R)$ ۲۶۷
 ۴-۹ انرژی همبستگی (Correlation) ۲۶۹
 ۵-۹ نوسان‌های پلاسما ۲۷۱
 ۶-۹ تقریب فاز تصادفی (RPA) ۲۷۳
 ۷-۹ روش وردیشی (Variational) ۲۷۵
 ۸-۹ انرژی همبستگی (Correlation) و نمودارهای فاینمن ۲۷۶
 ۹-۹ اختلال مرتبه بالا ۲۸۲

فصل ۱۰ ابررسانایی ۲۸۷

- ۱-۱۰ نتایج آزمایشی و نظریه‌های اولیه ۲۸۷
 ۲-۱۰ نوشتن هامیلتونی ۲۹۱
 ۳-۱۰ یک قضیه مفید ۲۹۵
 ۴-۱۰ حالت پایه یک ابررسانا ۲۹۶
 ۵-۱۰ حالت پایه ابررسانا (ادامه) ۳۰۰
 ۶-۱۰ برانگیختگی‌ها ۳۰۲
 ۷-۱۰ دماهای محدود ۳۰۳
 ۸-۱۰ آزمون واقعی وجود حالت‌های زوج و گاف انرژی ۳۰۹
 ۹-۱۰ ابررسانای جریان‌دار ۳۱۳
 ۱۰-۱۰ جریان بر حسب میدان ۳۱۶
 ۱۱-۱۰ جریان در دمای محدود ۳۲۰
 ۱۲-۱۰ دیدگاهی دیگر ۳۲۶

فصل ۱۱ آبرشارگی ۳۳۵

- ۱-۱۱ مقدمه: ماهیت گذار ۳۳۵
 ۲-۱۱ ابرشارگی - روش مقدماتی ۳۴۲
 ۳-۱۱ استخراج شهودی تابع‌های موج: حالت پایه ۳۴۴
 ۴-۱۱ فونون‌ها و روتون‌ها ۳۵۰
 ۵-۱۱ روتون‌ها ۳۵۵
 ۶-۱۱ است بحرانی ۳۵۸
 ۷-۱۱ جریان غیرگردشی ابرشاره ۳۵۹
 ۸-۱۱ گردش ابرشاره ۳۶۱
 ۹-۱۱ یک استدلال تجربی به خطوط گردابی می‌شود ۳۶۴
 ۱۰-۱۱ گذار در هیوم-یو ۳۶۷

مجموعه کتاب‌های مرزهای فیزیک (Frontiers in Physics) از انتشارات آدیسون- وِزلی*، از سال ۱۹۶۱ این امکان را فراهم کرده که فیزیک‌دانان برجسته، دیدگاه‌های خود را از جدیدترین پیشرفت‌ها و هیجان‌انگیزترین زمینه‌های فعال در فیزیک به دیگران منتقل کنند- بدون آن‌که لازم باشد وقت و انرژی زیادی برای آماده‌سازی یک مقالهٔ مروری رسمی یا تک‌نوشت (monograph) صرف کنند. در واقع تأکید این مجموعه در مدت این چهل سال، بر غیررسمی بودن سبک و محتوی و نیز ساده بودن ارائه است. انتظار می‌رفت که با گذشت زمان که این رشته‌های پیش‌تاز کم‌کم به پیکرهٔ اصلی دانش فیزیک ملحق شوند، و علاقهٔ خوانندگان هم افزایش یافت، این مجموعه‌ها به شکل کتاب‌های رسمی یا تک‌نوشت درآیند. ولی برای چندین جلد از کتاب‌های این مجموعه چنین چیزی رخ نداد؛ چون بعضی‌ها با درخ است خواننده دوباره چاپ می‌شد ولی بعضی کتاب‌ها چنان ارزش ذاتی داشت که جامعهٔ فیزیک را قادر کرد که آن‌ها را دوباره همان‌طور که هست منتشر کنیم.

کتاب‌های Advanced Book Class برای برآورده کردن این تقاضا، طراحی شدند. در واقع هدف آن، ادامهٔ نشر این رشته از کتاب‌های Frontiers in Physics یا مجموعهٔ هم‌زاد آن، Lecture Notes and Supplement in Physics است که هنوز زمینه‌های پردرخواست فیزیک را منتشر می‌کند و با شمارگان بالا سرچشمه است، که بهای آن برای خواننده هنوز اقتصادی باشد.

این مجموعه از سخنرانی‌های ریچارد فاینمن در مکانیک آماری حدود ۲۵ سال گذشته منتشر شد. همانند همهٔ سخنرانی‌های فاینمن، این آدیشن‌ها هم نمایانگر دیدگاه ژرف فاینمن در فیزیک هستند، تازگی و اصالتِ روش او در درک فیزیک، و به‌طور کلی جادوگری او در کار معلمی.

این کتاب برای هر کسی که به یادگیری و تدبیر مکانیک آماری علاقه دارد، افزون بر ارائه درآمدی زیبا و مختصر از مفاهیم اصلی فیزیک آماری، شرح برخی از دستاوردهای اصیل و مهم او همانند نظریهٔ پلارون (Polaron) و نظریهٔ هلیوم مایع را نیز در بر دارد.

دavid پاینز (David Pines)

ایرلینا، ایلی نوی

دسامبر ۱۹۹۷