



دانشگاه پیام نور

فیزیک هسته‌ای ۱

(رشته فیزیک)

www.ketab.ir

دکتر مرجانه جعفری فشارکی آرزو شفیعی

سرشناسه	:	جعفری فشارکی، مرجانه، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدید آور	:	فیزیک هسته‌ای ۱/ مولفان مرجانه جعفری فشارکی، آرزو شفیعی.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	دوازده، ۲۵۷ ص.
فروست	:	دانشگاه پیام نور؛ ۲۴۷۷. گروه فیزیک؛ ۱/۶۱
شابک	:	5 - 0524 - 14 - 964 - 978
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	فیزیک هسته‌ای -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	Nuclear physics -- Programmed instruction
موضوع	:	فیزیک هسته‌ای -- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
موضوع	:	Nuclear physics -- Problems, exercises, etc. (Higher)
شماره	:	شفیعی، آرزو، ۱۳۵۹ -
شماره	:	دانشگاه پیام نور
شناسه داده	:	Payam Noor University
رده بندی کنگ	:	۱۳۹۷ ج۷۷۶/۷۷۶ QC۷۷۶
رده بندی دیویر	:	۵۳۹/۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۲۷-۳۸۵



دانشگاه پیام نور

فیزیک هسته‌ای ۱

مؤلفان: دکتر مرجانه جعفری فشارکی - آرزو شفیعی

ویراستار علمی: دکتر محمد باقر بلالی ندوشن

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتاب - دبیرخانه آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول اسفند ۱۳۹۷

شابک: ۵ - ۰۵۲۴ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0524 - 5

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید.

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه‌برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۶۰۰۰۰ ریال

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،
نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران. تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۹۸۳۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول. مروری بر مکانیک کوانتومی	۱
هدف کلی	۱
هدف های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ امواج دوبروی	۲
۲-۱ دوگانگی موج ذره: اصل مکملیت	۴
۳-۱ اصل عدم قطعیت هایزنبرگ	۵
۴-۱ معادله شرودینگر	۷
۵-۱ تفسیر احتمالی	۹
۶-۱ حالت های مقید و نامقید	۱۱
۷-۱ چاه پتانسیل نامتناهی یک بعدی	۱۲
۸-۱ چاه پتانسیل نامتناهی سه بعدی	۱۵
۱-۸-۱ انرژی نقطه صفر	۱۶
۹-۱ سد پتانسیل	۱۶
۱-۹-۱ حالت $E > V$	۱۷
۲-۹-۱ حالت $V > E$	۱۹
۱۰-۱ اثر تونل زنی	۲۱
۱۱-۱ مسائل سه بعدی در مختصات کروی	۲۳
۱-۱۱-۱ پتانسیل مرکزی	۲۳

۲۶	۱۱-۲ اندازه حرکت زاویه‌ای
۲۸	۱۱-۳ چاه کروی نامتناهی
۳۰	۱۱-۴ نوسانگر هماهنگ همسانگرد
۳۲	۱۱-۵ سد کولنی
۳۲	۱۲-۱ پاریته
۳۴	۱۳-۱ اندازه حرکت زاویه‌ای اسپینی
۳۵	۱۴-۱ آمار کوانتومی
۳۸	۱۴-۱ ذرات مرکب
۳۹	۱۴-۲ تابع موج سیستم چندذره‌ای
۴۰	۱۵-۱ مدل برداری برای جمع تکانه زاویه‌ای
۴۱	خلاصه فصل اول
۴۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۴۵	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۴۷	فصل دوم. اواسط محرم هسته
۴۷	هدف کلی
۴۷	هدف‌های یادگیری
۴۷	مقدمه
۴۹	۱-۲ پیشینه تاریخی
۵۱	۲-۲ پرتوزایی طبیعی
۵۳	۳-۲ نظریه هسته‌ای اتم رادرفورد
۵۸	۴-۲ اجزای هسته
۶۲	۵-۲ خواص هسته‌ای
۶۴	۵-۲-۱ شعاع هسته
۶۶	۵-۲-۲ تکانه زاویه‌ای هسته‌ها و پاریته
۶۷	۵-۲-۳ گشتاور الکترومغناطیسی هسته
۷۱	۶-۲ یکاها و مرتبه‌های بزرگی
۷۳	خلاصه فصل دوم
۷۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۷۸	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۸۱	فصل سوم. انرژی بستگی و مدل‌های هسته‌ای
۸۱	هدف کلی
۸۱	هدف‌های یادگیری
۸۱	مقدمه
۸۲	۱-۳ انرژی بستگی هسته‌ای

۱۷	۲-۳ انرژی بستگی متوسط بر نوکلئون، اشباع و کوتاهی برد نیروهای هسته‌ای
۸۹	۳-۳ مدل‌های هسته‌ای
۹۰	۴-۳ مدل قطره مایع
۹۲	۵-۳ فرمول نیمه تجربی جرم
۹۷	۵-۳ سهمی جرم و خط پایداری
۱۰۰	۶-۳ مدل پوسته‌ای (لایه‌ای)
۱۰۰	۶-۳ اساس تجربی مدل پوسته‌ای
۱۰۳	۶-۳ مدل پوسته‌ای تک ذره‌ای
۱۰۴	۶-۳ پتانسیل پوسته‌ای
۱۱۰	۶-۳ توصیف هسته‌ها در حالت پایه با مدل تک ذره‌ای
۱۱۴	۷-۳ حالت‌های برگ‌یخته
۱۱۸	۸-۳ تعمیم مدل تک ذره‌ای
۱۲۳	۹-۳ مدل دسته - معی
۱۲۴	خلاصه فصل سوم
۱۲۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۱۲۷	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۱۲۹	فصل چهارم. نیروهای هسته‌ای
۱۲۹	هدف کلی
۱۲۹	هدف‌های یادگیری
۱۲۹	مقدمه
۱۳۱	۱-۴ خواص نیروی بین نوکلئون‌ها
۱۳۳	۲-۴ دوترون
۱۳۳	۳-۴ اسپین و پارینه دوترون
۱۳۴	۴-۴ گشتاور دوقطبی مغناطیسی
۱۳۵	۵-۴ گشتاور چارقطبی الکتریکی
۱۳۶	۶-۴ پراکندگی نوکلئون- نوکلئون
۱۴۵	۷-۴ برهم‌کنش‌های پروتون- پروتون و نوترون- نوترون
۱۴۷	۷-۴ پراکندگی پروتون- پروتون
۱۴۹	۷-۴ پراکندگی نوترون- نوترون
۱۵۱	۸-۴ خواص نیروی هسته‌ای
۱۵۷	۹-۴ نظریه مزونی نیروی نوکلئون- نوکلئون
۱۶۰	خلاصه فصل چهارم
۱۶۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۶۵	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم

۱۶۷	فصل پنجم. واپاشی هسته‌ای و رادیواکتیویته
۱۶۷	هدف کلی
۱۶۷	هدف‌های یادگیری
۱۶۷	مقدمه
۱۶۸	۱-۵ قانون واپاشی رادیواکتیو (پرتوزایی)
۱۷۳	۲-۵ نسبت‌های انشعاب و نیمه‌عمرهای جزئی
۱۷۴	۳-۵ تولید رادیوایزوتوپ با بمباران هسته‌ای
۱۸۲	۴-۵ انواع واپاشی‌ها
۱۸۳	۵-۵ پرتوزایی طبیعی
۱۹۰	خلاصه فصل پنجم
۱۹۰	خودآزمایی چهار گزینه‌ای فصل پنجم
۱۹۲	خودآزمایی سنجی فصل پنجم
۱۹۵	فصل ششم. واکنش‌ها، آلفا، بتا و گاما
۱۹۵	هدف کلی
۱۹۵	هدف‌های یادگیری
۱۹۵	مقدمه
۱۹۶	۱-۶ گسیل نوکلئون
۱۹۷	۱-۱-۶ گسیل چندنوکلئونی - واکنش آلفا
۱۹۹	۲-۱-۶ سینماتیک واپاشی آلفا
۲۰۰	۳-۱-۶ نظریه گسیل آلفا
۲۰۵	۴-۱-۶ ثابت واپاشی در واپاشی آلفایی
۲۰۷	۵-۱-۶ تکانه زاویه‌ای و پاریته در واپاشی آلفا
۲۰۹	۲-۶ واپاشی بتا
۲۱۰	۱-۲-۶ فرضیه وجود نوترینو
۲۱۳	۲-۲-۶ سینماتیک واپاشی بتا
۲۱۷	۳-۲-۶ قواعد گزینش
۲۱۷	۴-۲-۶ بررسی تکانه زاویه‌ای
۲۲۰	۳-۶ فرایند واپاشی الکترومغناطیسی گاما
۲۲۰	۱-۳-۶ تبدیل داخلی
۲۲۲	۲-۳-۶ انرژی واپاشی گاما
۲۲۴	۳-۳-۶ تابش‌های چندقطبی‌های الکتریکی
۲۲۵	۴-۳-۶ ثابت واپاشی در واپاشی گامایی
۲۲۸	۵-۳-۶ محاسبه مکانیک کوانتومی
۲۳۰	۶-۳-۶ قواعد گزینش تکانه زاویه‌ای و پاریته
۲۳۳	خلاصه فصل ششم

۲۳۵	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۳۷	 خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۲۴۱	 پاسخنامه خودآزمایی‌های چهارگزینه‌ای
۲۴۵	 پیوست
۲۵۷	 منابع

www.ketab.ir

پیشگفتار

با اینکه زمان ماییدی از ترجمه کتاب‌هایی در زمینه فیزیک هسته‌ای به زبان فارسی می‌گذرد، ولی به دلیل اینکه اساس نظام آموزشی دانشگاه پیام نور بر خودآموز بودن مفاد درسی تکیه دارد و هر واحد درسی در رشته فیزیک بر مبنای هشت ساعت در هر نیم‌سال تنظیم شده است، هیچ‌یک از کتاب‌های موجود در زمینه فیزیک هسته‌ای، مناسب با اصول تدریس در دانشگاه پیام نور نیستند. کتاب‌های مورد استفاده مدرسان این دانشگاه باید به صورت خودآموز تألیف شوند تا دانشجوی بتواند با مطالعه آن‌ها، به آسانی مطالب علمی پیشرفته را درک و مسائل مربوط به آن‌ها را حل کند. پیرو این نیاز و براساس تکلیفی که بر خود احساس کردیم، با توجه به سوابق پژوهشی و تدریس در زمینه مکانیک کوانتومی و مطالب مرتبط با فیزیک هسته‌ای و همچنین پیشنهاد تألیف این کتاب توسط شورای گروه فیزیک دانشگاه پیام نور، تألیف کتاب فیزیک هسته‌ای ۱ اقدام کردیم که اکنون نتیجه آن پیش روی شماست.

کتاب فیزیک هسته‌ای ۱ که پیش رو دارید، بعضی از اصول فیزیک هسته‌ای را در سطح قابل درک برای استفاده دانشجویان دوره کارشناسی رشته فیزیک و علاقه‌مندان به این رشته عرضه می‌کند و البته مطالب پیشرفته‌تر درباره فیزیک هسته‌ای در کتاب فیزیک هسته‌ای ۲ مطرح می‌شود. در تألیف این کتاب تأکید ما بر بررسی کیفی اصول فیزیک هسته‌ای است. درحقیقت با رویکردی تحلیلی به بررسی اصول فیزیک هسته‌ای پرداخته شده است و تا حد امکان از وارد کردن مباحث ریاضی پیچیده، همچنین آزمایش‌های هسته‌ای پیچیده اجتناب کرده‌ایم که این موضوع خود به درک و شناخت مفاهیم فیزیک هسته‌ای کمک خواهد کرد.

کتاب مشتمل بر شش فصل است. در فصل اول کتاب با مروری اجمالی، مفاهیم مکانیک کوانتومی به طور خلاصه بازنگری شده است، مفاهیمی که دانشجو قبلاً در درس مکانیک کوانتومی ۲ و فیزیک جدید با آن‌ها آشنا شده است و اکنون در این کتاب جهت درک مفاهیم فصول آتی نیازمند یادآوری آن‌هاست. در فصل‌های دوم و سوم به بررسی خواص عمومی هسته و انرژی بستگی هسته، به عنوان یکی از مهم‌ترین خواص هسته و انواع مدل‌های هسته‌ای، پرداخته شده است. در فصل چهارم، با یک دیدگاه کلی و کاملاً خلاصه به بررسی خواص نیروهای هسته‌ای پرداخته شده است تا خواننده با دانش قبلی از خواص نیروهای هسته‌ای، انواع برهم‌کنش‌های پروتون-پروتون، پروتون-نوترون و نوترون-نوترون را مورد مطالعه قرار دهد.

در فصل پنجم راپاشی هسته‌ای و رادیواکتیویته و در فصل ششم، واپاشی‌های آلفا، بتا و گاما به تفصیل بررسی شده است.

در ارائه مطالب، سعی شد است تا مفاهیم درسی با توضیحات کافی و تا حد ممکن با مثال‌هایی ارائه شود و از تکرار مطالب اجتناب کرد، که دانشجو قبلاً در درس مکانیک کوانتومی مطالعه کرده است، جلوگیری شود. ضمناً از مایه‌ای عیب نیست و در این مورد هیچ ادعایی نداریم و منتظر شنیدن انتقادات و پیشنهادات سازنده همکاران هستیم.

مرحانه جعفری فشارکی

آرزو شفیع