



دانشگاه پیام نور

آشکار سازها و سیستم‌های اندازه‌گیری هسته‌ای

(رشته فیزیک)

علی اصغر مولوی چوبینی

دکتر مرجانه جعفری فشارکی

سرشناسه	: جعفری فشارکی، مرجانه، ۱۳۶۰ -
عنوان و نام پدید آور	: آشکارسازها و سیستم‌های اندازه‌گیری هسته‌ای/ مرجانه جعفری فشارکی، علی اصغر مولوی چوبینی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: دوازده، ۳۳۶ ص.
فروست	: دانشگاه پیام نور: ۲۱۸۸. گروه فیزیک: ۱/۵۴
شابک	: 978 - 964 - 14 - 0235 - 0
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۳۳۶.
موضوع	: آشکارسازها
رצוע	: شمارگرهای هسته‌ای
موضوع	: تشعشع - اندازه‌گیری
مناسه افزوده	: مولوی چوبینی، علی اصغر، ۱۳۶۴ -
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
شناسه روده	: Payam Noor University
رده بندی کنگ	: ۱۳۹۴ ج ۷/۵۳ ق ۷۸۷/۷۸۷
رده بندی دیویی	: ۵۳۹/۷۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۸۰ ۶۸



آشکارسازها و سیستم‌های اندازه‌گیری هسته‌ای

مولفان: دکتر مرجانه جعفری فشارکی - علی اصغر مولوی چوبینی

ویراستار علمی: دکتر سعید محمد - دکتر محمداقناعتیان

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب - سوی آموزشی

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

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول شهریور ۱۳۹۴، چاپ سوم بهمن ۱۴۰۷

شابک: ۰۰ - ۰۲۳۵ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0235 - 0

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می‌باشد 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 پست 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 می‌گیرند.)

قیمت: ۱۹۰۰۰۰ ریال

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران، تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۵۰۹۸۳۸

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

فهرست

پیشگفتار

یازده

۱	فصل اول: مروری بر سیم یک هسته
۱	هدف کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۲	۱-۱ هسته
۳	۱-۱-۱ شعاع هسته
۴	۱-۱-۲ جرم هسته
۵	۱-۱-۳ انرژی بستگی هسته
۸	۱-۱-۴ فرمول نیمه تجربی جرم
۱۰	۱-۱-۵ ترازهای انرژی هسته‌ای
۱۲	۲-۱ قانون واپاشی پرتوزا
۱۵	۱-۲-۱ تولید و واپاشی عناصر رادیواکتیو
۱۵	۲-۲-۱ رشد اکتیویته‌ی دختر - هسته
۱۶	۳-۲-۱ عمرسنجی رادیواکتیو
۱۷	۳-۱ واپاشی آلفا
۱۷	۱-۳-۱ قاعده‌ی گایگر - ناتال
۱۸	۲-۳-۱ تکنه‌ی زاویه‌ای و پاریته در واپاشی آلفا
۲۰	۴-۱ واپاشی بتا
۲۱	۱-۴-۱ تکنه‌ی زاویه‌ای و پاریته در واپاشی بتا
۲۳	۵-۱ واپاشی گاما
۲۴	۱-۵-۱ تبدیل داخلی
۲۵	۶-۱ واکنش‌های هسته‌ای
۲۶	۷-۱ سینماتیک واکنش‌های هسته‌ای

۲۸	پرسش‌های تشریحی
۲۹	سؤالات چهار گزینه‌ای

۳۳ فصل دوم: منابع تابش

۳۳	هدف کلی
۳۳	هدف‌های یادگیری
۳۴	مقدمه

۳۵	۱-۲ یکاها و تعاریف
۳۵	۱-۱-۲ فعالیت
۳۷	۱-۲-۲ انرژی
۳۸	۲-۲ چشم‌های الکترون سریع
۳۸	۱-۲ پاشی بتا
۴۰	۱-۲-۲ تبدیل دانه
۴۲	۳-۲-۲ الکترون‌های اشعه
۴۳	۳-۲ چشمه‌های تابش برادار نئیم
۴۳	۱-۳-۲ واپاشی آلفا
۴۵	۲-۳-۲ شکافت خودبخود
۴۸	۴-۲ چشمه‌های تابش الکترومغناطیس
۴۸	۱-۴-۲ پرتوهای گامای حاصل واپاشی بتا
۵۰	۲-۴-۲ تابش نابودی
۵۱	۳-۴-۲ پرتوهای گامای ناشی از واکنش‌های هسته‌ای
۵۲	۴-۴-۲ تابش ترمزی
۵۴	۵-۴-۲ پرتوهای ایکس مشخصه
۵۵	۶-۴-۲ تابش سینکروترون
۵۶	۵-۲ چشمه‌های نوترون
۵۶	۱-۵-۲ شکافت خودبه‌خودی
۵۸	۲-۵-۲ چشمه‌های (α, n)
۶۲	۳-۵-۲ چشمه‌های فوتونوترون
۶۷	۴-۵-۲ واکنش‌های ناشی از ذرات باردار شتاب‌دار
۶۸	پرسش‌های تشریحی
۷۰	سؤالات چهار گزینه‌ای

۷۳ فصل سوم: برهم‌کنش‌های تابش

۷۳	هدف کلی
۷۳	هدف‌های یادگیری
۷۴	مقدمه
۷۵	۱-۳ سازوکارهای اتلاف انرژی ذرات باردار
۷۵	۱-۱-۳ برهم‌کنش کولنی

۷۶	۳-۱-۲ گسیل تابش الکترومغناطیسی (تابش ترمزی)
۷۷	۳-۲ توان توقف ناشی از یونش و برانگیزش
۸۱	۳-۳ اتلاف انرژی ناشی از گسیل تابش ترمزی
۸۱	۳-۴ محاسبه‌ی توان توقف برای ترکیب یا مخلوط عناصر
۸۳	۳-۵ برد ذرات باردار
۸۵	۳-۵-۱ برد ذرات سنگین ($Z \leq 2$, $A \leq 4$, α, t, d, p)
۸۸	۳-۵-۲ خصوصیات افت انرژی
۹۵	۳-۵-۳ برد الکترون و پوزیترون
۹۸	۳-۵-۴ تراگسیل ذرات بتا
۹۹	۳-۵-۵ اتلاف انرژی پس از گذر از ماده‌ای به ضخامت t
۱۰۰	۳-۶ برهم‌کنش‌های پرتوهای گاما و X با ماده
۱۰۱	۳-۶-۱ اثر فوتوالکتریک
۱۰۲	۳-۶-۲ پراکندگی کامپتون
۱۰۳	۳-۶-۳ تولید زوج
۱۰۵	۳-۶-۴ ضریب تضعیف کل
۱۰۶	۳-۶-۵ ضریب جذب انرژی فوتون
۱۰۷	۳-۷ برهم‌کنش‌های نوترون با ماده
۱۰۸	۳-۷-۱ سطح مقطع‌های نوترون
۱۱۱	پرسش‌های تشریحی
۱۱۳	سؤالات چهار گزینه‌ای

فصل چهارم: ویژگی‌های عمومی آشکارسازی تابش

۱۱۵	هدف یادگیری
۱۱۵	هدف‌های یادگیری
۱۱۶	مقدمه
۱۱۶	۴-۱ طراحی ساده‌ی آشکارساز
۱۱۸	۴-۲ مدهای عملکرد آشکارساز
۱۱۹	۴-۲-۱ مد جریان
۱۲۲	۴-۲-۲ مد ولتاژ مجذور متوسط (MSV)
۱۲۴	۴-۲-۳ مد پالسی
۱۲۸	۴-۳ طیف ارتفاع پالس
۱۳۰	۴-۴ طیف منحنی شمارش و پلاتو (Plateaus)
۱۳۳	۴-۵ قدرت تفکیک انرژی
۱۳۸	۴-۶ بازده آشکارسازی
۱۴۴	۴-۷ زمان مرگ
۱۴۵	۴-۷-۱ مدل‌هایی برای رفتار زمان مرگ
۱۴۹	۴-۷-۲ روش‌های اندازه‌گیری زمان مرگ
۱۵۴	۴-۷-۳ شمارش‌های از دست رفته به دلیل زمان مرگ در چشمه‌های پالسی

فصل پنجم: لامپ‌های تکثیرگر فوتون و فوتودیودها

- هدف کلی
هدف‌های یادگیری
مقدمه
۱-۵ فوتوکاتد
۱-۱-۵ فرآیند گسیل الکترون
۱-۱-۵ گسیل خودبه‌خودی الکترون
۱-۵ ساخت فوتوکاتد
۱-۵ رده کوانتومی و پاسخ طیفی
۲-۵ تکثیر الکترون
۱-۲-۵ گسیل الکترون ثانویه
۲-۲-۵ مواد الکترود ساختار
۳-۲-۵ تکثیر چند مرحله‌ای
۴-۲-۵ آمار تکثیر الکترون
۳-۵ خصوصیات لامپ تکثیرگر فوتون
۱-۳-۵ تفاوت‌های ساختاری
۲-۳-۵ خصوصیات زمانی پالس
۳-۳-۵ بیشترین بهره
۴-۳-۵ ویژگی‌های لامپ تکثیرگر فوتون
۵-۳-۵ خطی بودن
۶-۳-۵ توفه و پالس‌های نادرست
۷-۳-۵ غیریکنواختی‌های فوتوکاتد
۸-۳-۵ تغییرات بهره با آهنگ ولتاژ
۴-۵ تجهیزات جانبی مورد نیاز با لامپ‌های تکثیرگر فوتون
۱-۴-۵ منبع تغذیه و مقسم ولتاژ
۲-۴-۵ حفاظ‌سازی مغناطیسی
پرسش‌های تشریحی
سؤالات چهار گزینه‌ای

فصل ششم: آشکارسازهای نیمه‌رسانا

- هدف کلی
هدف‌های یادگیری
مقدمه
۱-۶ ویژگی‌های نیمه‌رسانا
۱-۱-۶ ساختار ترازهای الکترونی در جامدات

۲۱۲	۶-۱-۲ تغییر گاف انرژی با دما
۲۱۴	۶-۱-۳ رسانندگی نیمه‌رساناها
۲۱۶	۶-۱-۴ نیمه‌رساناهای ذاتی و غیر ذاتی
۲۱۸	۶-۲ پیوند p-n
۲۲۰	۶-۲-۱ پیوند p-n به عنوان یک آشکارساز
۲۲۳	۶-۳ انواع آشکارسازهای نیمه‌رسانا
۲۲۳	۶-۳-۱ آشکارسازهای با لایه‌ی سد پتانسیل (سد سطحی)
۲۲۴	۶-۳-۲ آشکارساز پیوند بخشنده (آشکارساز با اتصال نفوذی)
۲۲۷	۶-۳-۳ آشکارسازهای لیتید سیلیسیوم ($SiLi$)
۲۲۹	۶-۳-۴ آشکارسازهای لیتید ژرمانیوم ($GeLi$)
۲۳۱	۶-۳-۵ آشکارسازهای تهی شده
۲۳۱	۶-۳-۶ آشکارسازهای ژرمانیومی با خلوص بالا ($HpGe$)
۲۳۲	۶-۷-۷ آشکارسازهای $CdTe$ و HgI
۲۳۳	۶-۳-۸ آشکارسازهای MIS دیود
۲۳۴	۶-۴ آسیب‌شناسی ناشی از تابش بر آشکارسازهای نیمه‌رسانا
۲۳۵	پرسش‌های تشریحی
۲۳۷	سؤالات چهار گزینه‌ای
۲۴۱	فصل هفتم: شمارش گر گایگر-مولر
۲۴۱	هدف کلی
۲۴۱	هدف‌های یادگیری
۲۴۲	مقدمه
۲۴۳	۷-۱ تخلیه الکتریکی گاز
۲۴۷	۷-۲ گازهای پرکننده
۲۴۸	۷-۳ فرونشانی
۲۵۱	۷-۴ رفتار زمانی
۲۵۱	۷-۴-۱ مشخصه زمانی پالس
۲۵۳	۷-۴-۲ زمان مرگ
۲۵۵	۷-۵ پلاتوی شمارش گایگر
۲۵۹	۷-۶ ویژگی‌های طراحی
۲۶۲	۷-۷ بازده شمارش
۲۶۲	۷-۷-۱ ذرات باردار
۲۶۳	۷-۷-۲ نوترون
۲۶۳	۷-۷-۳ پرتوهای گاما
۲۶۶	۷-۸ روش زمان تا اولین شمارش
۲۶۸	۷-۹ تابش سنج گایگر-مولر
۲۷۰	پرسش‌های تشریحی
۲۷۲	سؤالات چهار گزینه‌ای