

مقدمه‌ای بر فیزیک بهداشت

جلد اول

فرمان سمیر، توماس ای جانسون

ترجمه

ساناز حریری تبریزی، لیلا یاورن

ویرایش چهارم

۱۳۹۵



۶۱۰

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه‌ای بر فیزیک بهداشت
هرمان سمبر، توماس ای جانسون
ترجمهٔ ساناز حریری تبریزی، لیلا یآوری

ویراستار: اکرم کیانی
حروفنگار و صفحه‌آرا: سمیرا دهقان
ناظر چاپ: صفر ممیزاد
چاپ اول: ۱۳۹۵
شمارگان: ۱۰۰۰
قیمت: دورهٔ دوجلدی ۶۵۰.۰۰۰ ریال

کد حقوقی: ای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است.

سرشناس:	سمبر، هرمان: Cember, Herman
عنوان و نام پدیدآور(ان):	مقدمه‌ای بر فیزیک بهداشت، هرمان سمبر، توماس ای جانسون
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری:	شانزده، ۵۹۲ص: جدول
شابک:	۹۷۸ ۹۶۴ ۴۵۷ ۳۵۳۸
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیبا
یادداشت:	عنوان اصلی: Introduction to health physics, 4th ed., c2009
موضوع:	چاپ دیگر: شهرآب: آینده‌سازان، ۱۳۹۵، (لیلا، سمیرا، و...) کتابخانه؛ نمایه. فیزیک پزشکی، Medical physics: بخش -- آب، هوا، زمین -- پیشگیری، Radiation injuries -- Prevention: تشعشع -- مقایسهٔ رسنجی، Radiation dosimetry
شناسه افزوده:	جانسون، توماس ادوارد، ۱۹۶۴-م. (Thomas Edward) Johnson, Thomas E.
رده‌بندی کنگره:	الف ۱۳۹۵ / ۸۷م / س ۸۹۵ R
رده‌بندی دیویی:	۶۱۰/۱۵۳
شماره کتابشناسی ملی:	۴۴۰۵۴۴۵

کد ناشر ۱۰۰۱۷۳۴

www.pub.sbu.ac.ir
unipress@mail.sbu.ac.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار مؤلف	سیزده
پیشگفتار مترجمان	پانزده

فصل ۱. مقدمه	۱
فصل ۲. نگاهی به اصول فیزیکی	۳
مکانیک	۳
کار و انرژی	۵
انرژی های پتانسی	۶
الکتروستاتیک	۱۴
بار الکتریکی و دینامیک	۱۴
پتانسیل الکتریکی و ولت	۱۷
جریان الکتریکی: آمپر	۲۰
الکترون ولت: یکای انرژی	۲۱
میدان الکتریکی	۲۳
انتقال انرژی	۲۸
برخورد کشسان	۲۸
برخورد غیر کشسان	۳۱
امواج	۳۳
امواج الکترومغناطیسی	۳۵
مقاومت ظاهری	۴۵
نظریه کوانتومی	۴۸
امواج مادی	۵۱
اصل عدم قطعیت	۵۵
خلاصه	۵۶
مسائل	۵۹
منابع برای مطالعه بیشتر	۶۴
فصل ۳. ساختار اتم و هسته	۶۷
ساختار اتم	۶۷

۶۷	اتم هسته‌ای رادرفورد
۶۹	مدل اتمی بور
۷۳	برانگیزش و یونش
۷۶	اصلاح نظریه اتمی بور
۷۸	جدول تناوبی عناصر
۸۳	پرتوهای X مشخصه
۸۴	مدل اتمی مکانیک موجی
۸۵	هسته
۸۵	نوترون و نیروی هسته‌ای
۸۶	کواکها
۸۷	ایزوتوپ‌ها
۸۸	واحد جرم اتمی
۸۹	انرژی بستگی
۹۱	مدل‌های هسته‌ای
۹۴	پایداری هسته
۹۶	خلاصه
۹۷	مسائل
۹۹	منابع برای مطالعه بیشتر

۱۰۱	فصل ۴. منابع پرتوزا
۱۰۱	پرتوزایی
۱۰۱	سازوکارهای تبدیل
۱۰۲	گسیل آلفا
۱۰۶	تبدیل‌های ایزوباری
۱۰۶	گسیل بتا
۱۱۱	گسیل پوزیترون
۱۱۲	گیراندازی الکترون مداری
۱۱۴	تبدیل‌های ایزومری
۱۱۴	پرتوهای گاما
۱۱۵	تبدیل داخلی
۱۱۶	جنبش‌شناسی تبدیل
۱۱۶	نیمه عمر
۱۲۱	عمر میانگین

۱۲۲	.....	فعالیت
۱۲۲	.....	بکرل
۱۲۴	.....	کوری
۱۲۴	.....	فعالیت ویژه
۱۲۸	.....	پرتوزایی طبیعی
۱۲۹	.....	تابش های کیهانی
۱۲۹	.....	پرتوزایی با منشأ تابش های کیهانی
۱۳۱	.....	پرتوزایی عناصر نخستین
۱۳۹	.....	واپاشی زنجیری
۱۴۰	.....	توالیل پایا
۱۴۴	.....	تعادل گذرا
۱۴۹	.....	تابش زمینه
۱۵۰	.....	تجهیزات منشأ تابش
۱۵۰	.....	تجرب است ایکس
۱۵۱	.....	شتابدهنده های
۱۵۳	.....	سیکلوترون
۱۵۷	.....	خلاصه
۱۵۹	.....	مسائل
۱۶۶	.....	منابع برای مطالعه بیشتر

۱۶۹	.....	فصل ۵. برهمکنش پرتوها با ماده
۱۶۹	.....	ذرات بتا (پرتوهای بتا)
۱۶۹	.....	رابطه برد-انرژی
۱۷۵	.....	سازوکارهای اتلاف انرژی
۱۷۵	.....	یونش و برانگیزش
۱۸۰	.....	توان نسبی ایستاندگی جرمی
۱۸۲	.....	تابش ترمزی (برمزاشرالونگ)
۱۸۴	.....	تولید اشعه ایکس
۱۸۸	.....	ذرات آلفا (پرتوهای آلفا)
۱۸۸	.....	رابطه برد-انرژی
۱۹۱	.....	انتقال انرژی
۱۹۴	.....	پرتوهای گاما
۱۹۴	.....	جذب نمایی

۲۰۱	لایه نیم مقدار و لایه یک دهم - مقدار
۲۰۲	سازوکارهای برهمکنش
۲۰۳	تولید زوج
۲۰۴	پراکندگی کامپتون
۲۰۹	جذب فوتوالکتریک
۲۰۹	واکنش های فوتو هسته ای (فروپاشی فوتونی)
۲۱۰	اثرهای جمعی
۲۱۲	نوترون ها
۲۱۲	تواند
۲۱۶	ط - بندید
۲۱۷	بره - نش
۲۱۸	پراکندگ
۲۲۲	جذب
۲۲۴	فعال سازی نوترونی
۲۲۶	خلاصه
۲۲۸	مسائل
۲۳۶	منابع برای مطالعه بیشتر
۲۳۹	فصل ۶، دزسنجی تابش
۲۳۹	یکاهای
۲۳۹	دز جذبی
۲۳۹	گری
۲۴۰	راد (دز جذبی تابش)
۲۴۱	پرتوگیری خارجی
۲۴۱	تابش X و گاما
۲۴۱	یکای پرتوگیری
۲۴۲	روننگن
۲۴۴	اندازه گیری پرتوگیری: اتاقک هوای آزاد
۲۴۶	اندازه گیری پرتوگیری: اتاقک با دیواره هوا
۲۵۱	رابطه پرتوگیری - دز
۲۵۵	اندازه گیری دز جذبی: اصل براگ-گری
۲۵۸	کرما
۲۶۲	قدرت چشمه: گسیل ویژه گاما

۲۶۵	تابش بتا.....
۲۶۶	آلودگی پوستی.....
۲۶۷	دز ناشی از آلودگی سطحی.....
۲۶۹	دز غوطه‌وری.....
۲۷۱	چشمه حجمی.....
۲۷۲	هسته‌های پرتوزای رسوب‌یافته در داخل بدن.....
۲۷۲	تابش ذره‌ای.....
۲۷۳	نیمه‌عمر مؤثر.....
۲۷۴	دز کل: اعمال دز.....
۲۷۶	گدازنده‌های گاما.....
۲۷۹	روش تابش داخلی پزشکی.....
۳۰۳	ICRP.....
۳۰۶	پرتوگیری خارجی: نم‌ها.....
۳۰۶	نوترون‌های سریع.....
۳۰۸	نوترون‌های حرارتی.....
۳۱۰	خلاصه.....
۳۱۱	مسائل.....
۳۱۷	منابع برای مطالعه بیشتر.....
۳۲۳	فصل ۷. اساس زیستی حفاظت در برابر تابش.....
۳۲۵	مشخصات دز- پاسخ.....
۳۲۹	آغاز سازوکار اثرهای ناشی از تشعشع.....
۳۲۹	تأثیر مستقیم.....
۳۳۰	تأثیر غیرمستقیم.....
۳۳۲	اساس فیزیولوژیک در درسنجی داخلی.....
۳۳۲	فرایندهای جنبش‌شناسی زیستی.....
۳۳۳	انتقال فیزیولوژیک.....
۳۳۵	سوخت‌وساز: ساخت بافت و تبدیل انرژی.....
۳۳۷	دستگاه‌های اندامی.....
۳۳۸	دستگاه گردش خون.....
۳۴۱	دستگاه تنفسی.....
۳۴۵	دستگاه گوارش.....
۳۴۷	دستگاه استخوان‌بندی.....

۳۴۹	دستگاه ماهیچه‌ای
۳۴۹	پوست
۳۵۱	دستگاه ادراری
۳۵۳	دستگاه عصبی
۳۵۴	دستگاه غدد درون‌ریز
۳۵۸	دستگاه تناسلی
۳۶۰	اندام‌ها و بافت‌های حسی
۳۶۴	کل بدن
۳۶۴	آثار تابش: قطعی
۳۶۴	اثرهای حاد
۳۶۵	سندرم خون‌سازی
۳۶۷	سندرم
۳۶۷	سندرم CNS
۳۶۸	اثرهای حاد دیگر
۳۷۲	نقص مادرزادی (احاد اهن‌جاری)
۳۷۳	درمان بیش‌پرتوگیری
۳۷۵	آثار تأخیری
۳۷۶	آثار تابش: تصادفی
۳۷۶	آثار ژنتیکی
۳۸۰	سرطان
۳۸۳	احتمال علت و معلولی
۳۸۴	سرطان خون
۳۸۶	سرطان استخوان
۳۸۸	سرطان ریه
۳۹۱	سرطان تیروئید
۳۹۳	برآورد ضریب ریسک: BEIR VII
۳۹۵	برآورد ریسک سرطان
۳۹۷	برآورد ریسک ژنتیک
۳۹۸	ضریب کیفیت و ضریب وزن‌دهی تابش
۳۹۸	واحدهای دز وزن‌دهی‌شده تابش: سیورت و رم
۴۰۰	خلاصه
۴۰۲	منابع برای مطالعه بیشتر

۴۰۹	فصل ۸. راهنماهای حفاظت در برابر تابش
۴۰۹	سازمان‌های تدوین‌کننده استاندارد
۴۱۰	کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه
۴۱۲	آژانس بین‌المللی انرژی اتمی
۴۱۳	سازمان بین‌المللی کار
۴۱۴	کمیسیون بین‌المللی یک‌های تابش و اندازه‌گیری
۴۱۴	آژانس انرژی هسته‌ای
۴۱۴	سازمان بین‌المللی استاندارد
۴۱۵	آژانس‌های ملی
۴۱۶	ضرورت حفاظت در برابر تابش
۴۱۶	پیش‌داشت عمومی و شیوه حفاظت در برابر تابش
۴۱۹	سیستم محدودیت-دز
۴۱۹	آثار فوری (غیر-دفعی)
۴۱۹	آثار تصادفی
۴۲۳	ضوابط اصلی ICRP برای حفاظت در برابر تابش
۴۲۴	پرتوگیری شغلی
۴۲۴	دز مؤثر
۴۲۷	جنین اولیه (رویان / جنین)
۴۲۷	پرتوگیری پزشکی
۴۲۷	پرتوگیری عموم مردم
۴۲۸	پرتوگیری جوامع
۴۲۸	ضریب دز (DC)
۴۲۸	حد مجاز سالیانه ورود به بدن
۴۲۹	بر طبق ضوابط ICRP 30
۴۳۵	فعالیت هواپرد
۴۳۶	توزیع اندازه ذرات
۴۳۷	جنش‌شناسی ذرات
۴۳۷	ویژگی‌های ابرودینامیک
۴۴۰	ویژگی‌های ترمودینامیک
۴۴۱	ذرات پرتوزای استنشاق‌شده
۴۴۵	مدل‌های ریه
۴۴۵	مدل ریه در ICRP 30
۴۵۰	ALI استنشاق بر اساس ضوابط ICRP 30

۴۵۴	AL1 استنشاق بر اساس ضوابط ICRP 60
۴۵۵	مدل مجرای تنفسی انسان در ICRP 66
۴۸۱	ضریب دز
۴۸۲	تراکم جوی محاسبه‌ای
۴۸۳	فعالیت گازی
۴۸۶	مجرای معده‌ای روده‌ای
۴۸۹	مدل دزسنجی استخوان
۴۸۹	روش ICRP 2
۴۹۲	مدل دزسنجی ICRP 30
۴۹۵	برنامه تاریخی مقررات هسته‌ای ایالات متحد
۴۹۵	سورانی ملی حفاظت در برابر تشعشع و اندازه‌گیری
۴۹۶	کمیسیون انرژی اتمی
۴۹۷	آژانس حفاظت محیط زیست
۴۹۸	کمیسیون نظارت ه ای
۴۹۹	حدود دز
۵۰۰	قيود دز
۵۰۱	ایالات توافق‌نامه
۵۰۱	روش محاسباتی
۵۰۱	روش ICRP 30
۵۰۲	اندازه ذره و DAC
۵۰۴	سیال‌های ره‌اشده در محیط زیست
۵۰۵	ردیابی دز
۵۰۸	کاربرد دهان‌بند طبی
۵۱۲	ایمنی تابش از دیدگاه بوم‌شناختی
۵۱۲	خلاصه
۵۱۳	منابع برای مطالعه بیشتر
۵۲۳	واژه‌نامه فارسی-انگلیسی
۵۵۱	واژه‌نامه انگلیسی-فارسی
۵۷۹	نمایه

پیشگفتار مؤلف

پرداختن به ایمنی تابش فعالیتی است که مدام در حال پیشرفت است. تغییرات بسیاری که در عملیات حفاظت در برابر اشعه یونیزان و غیر یونیزان در روش محاسبه و روش های نشان دادن سازگاری با استانداردهای ایمنی از زمان انتشار ویرایش پیشین مقدمه ای بر فیزیک بهداشت به وجود آمد. در ویرایش چهارم لحاظ شده است.

از آغاز توصیه های کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه در سال ۱۹۲۸، اساس علمی استانداردهای ایمنی در برابر تابش یونیزان را، که به وسیله مراجع قانون گذاری در جهان صادر می شود، این توصیه ها را تشکیل داده اند. به طور کلی، توصیه های جدیدتر بسیار محدود کننده تر از توصیه های قبلی بودند. هر چند، توصیه های سال ۲۰۰۶ مشابه توصیه های پیشین در ۱۹۹۰ بوده است. تفاوت اصلی آن است که توصیه های ۲۰۰۶ بر اساس افزایش اطلاعات به دست آمده از سال ۱۹۹۰ بودند. این مسئله عجیب نیست، زیرا هیچ اثر تابشی مضرى در میان جمعیت کارمندان تابشی که در آن دوره محدود استانداردهای قبلی بوده، مشاهده نشده است. توصیه های جدید همچنان بیان می کنند که باید از پرتوگیری غیر ضروری پرهیز شود و همه پرتوگیری ها باید با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی و اجتماعی تا حد معقول و قابل حصول پایین نگه داشته شود. سؤالی منطقی که توسط توصیه های ICIR مطرح شده این است که "چه میزان ایمنی، ایمن است؟" این سؤال در حوزه های قرار می گیرد، که دکتر آلوین وینبرگ رئیس اخیر آزمایشگاه ملی اوک ریج آن را فراموش نمی کند. سؤالی که فراعلمی اساس علمی دارد، ولی نمی تواند فقط به وسیله علم پاسخ داده شوند. ایمنی مفهومی ذهنی است که فقط می تواند در مفهوم کاربردی آن تفسیر شود. سیاست تصمیمات مربوط به مسائل بهداشتی و ایمنی باید با در نظر گرفتن مفهوم سلامت عمومی اتخاذ شوند. در عمل، در مورد بهداشت عمومی می بینیم که بیماری ها و تهدیدهای بسیاری همواره در هر جامعه ای موجود است. هزینه کنترل این مخاطره ها بر دوش جامعه است. از آنجا که جامعه منابع محدودی دارد، باید اولویتهایی برای کنترل تهدیدهای سلامت واقعی یا مشاهده شده در نظر گرفته شود. یکی از روش های کمی سازی احتمال یک ریسک بالقوه، ارزیابی کمی ریسک نامیده می شود. حوزه

حفاظت در برابر تابش، عمدتاً با دو ریسک مهم سر و کار دارد: (۱) خرابی یک سیستم فنی بزرگ، مانند تأسیسات نیروگاه هسته‌ای و (۲) اثرهای بلندمدت تابش سطح پایین. نتایج ارزیابی کمی ریسک، اغلب به‌مثابه تعیین‌کننده تهدیدهای واقعی برای زندگی یا عضو بدن در نظر گرفته می‌شود، بدون توجه به اینکه این احتمال محاسبه‌شده به چه میزان اندک است. هرچند ارزیابی کمی ریسک، محاسبه‌ای است که مقادیر عواملی را که چندین عدم قطعیت مختلف دارد تقریباً همیشه بسیار بدبینانه و در بسیاری موارد کاملاً غیرواقعی فرض می‌کند. به‌طور مثال، ما باید علاوه بر عدم قطعیت‌های آماری، میان چندین مدل که منطقاً مشابه‌اند، انتخاب کنیم. یکی از اهداف این ویدئو ارائه زمینه فنی مورد نیاز برای فهم محاسبه و استفاده از ارزیابی کمی ریسک برای مخاطرات تابش است تا به ما در اختصاص منابع محدودمان کمک کند.

گرچه از زمانی که ICRP توصیه کرد که کمیت‌های فیزیک بهداشت با واحد متر - کیلوگرم - ثانیه (MKS) به‌جای واحدهای قدیمی براساس سیستم سانتی‌متر - گرم - ثانیه (CGS) بیان شود، سال‌هاست که تغییر به واحدهای SI هنوز به‌طور فراگیر اعمال نشده است. به‌طور مثال، کمیسیون قانون‌گذار هسته‌ای ایالات متحد همچنان به استفاده از سیستم واحدهای قدیمی در مقررات خود ادامه می‌دهد. به همین دلیل، در این ویرایش هر دو سیستم به‌کار گرفته شده و کمیت متناظر را در پرانتز ذکر می‌کند.

هرمان سمبر