



فیزیک پزشکی

برای دانشجویان پزشکی

نویسندگان:

دکتر شهرام فدایی

عضو هیات علمی گروه مهندسی و فیزیک پزشکی

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

مهندس حامد باقری

دکتر محمدرضا دیوبند

عضو هیات علمی گروه مهندسی و فیزیک پزشکی

مرکز تحقیقات علوم پرتویی و گروه فیزیک پزشکی

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی

ارتش جمهوری اسلامی ایران

ویراستار ادبی: استاد مهنوش ناصری

انتشارات
هذگاره

۱۳۹۷

سرشناسه

: فدایی، شهرام، ۱۳۴۸-۱۳۹۲.

عنوان و نام پدیدآور

: فیزیک پزشکی برای دانشجویان پزشکی / نویسندگان شهرام فدایی، حامد باقری، محمدرضا دیوبند؛ ویراستار ادبی مهرنوش ناصری.

مشخصات نشر

: گرج: انتشارات هنر نگاره، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری

: ۴۲۵ص: مصور، جدول.

شابک

: 978-600-97190-9-9

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

موضوع

: فیزیک پزشکی — راهنمای آموزشی (عالی)

موضوع

: Medical physics -- Study and teaching (Higher)

شناسه افزوده

: باقری، حامد، ۱۳۶۱ -

شناسه افزوده

: دیوبند، محمدرضا، ۱۳۴۷ -

شناسه افزوده

: ناصری، مهرنوش، ۱۳۵۴- ویراستار

رده بندی کتبی

: ۱۳۹۷ ق۹/ف۴/۸۹۵R

رده بندی دیویی

: ۱۵۳ / >

انتشارات
هنر نگاره

فیزیک پزشکی

نویسندگان: دکتر شهرام فدایی، مهندس حامد باقری، دکتر محمدرضا دیوبند

ویراستار ادبی: مهرنوش ناصری

ناشر: هنر نگاره

صفحه پرداز و طراح جلد: مهدی اکبرزاده

چاپ: هامون

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۷

شمارگان: ۵۰۰

قیمت: ۵۵۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۷۱۹۰-۹-۹

همراه: ۰۹۱۲۳۱۵۰۷۶۸

تلفن انتشارات هنر نگاره: ۰۲۶-۳۴۳۴۹۴۹۸

فهرست مطالب

مقدمه مؤلفین.....	۱۱
-------------------	----

فصل اول: نور در پزشکی

۱-۱- نور	۱۶
۲-۱- نور مرئی و کاربردهای آن.....	۲۰
۳-۱- نور ماوراء بنفش و کاربردهای آن.....	۲۴
۴-۱- نور مادون قرمز و کاربردهای آن.....	۲۷
۵-۱- ترم گراف و ترم رافی.....	۲۸

فصل دوم: فیزیکی عیوب انکساری چشم

۱-۲- مقدمه	۳۲
۲-۲- ویژگی‌های بینایی.....	۳۲
۳-۲- اجزای کانونی کننده چشم.....	۳۴
۴-۲- شکست نور در سطوح کروی واحد.....	۳۵
۵-۲- محاسبه قدرت کانونی کنندگی قرنیه و عین.....	۳۷
۶-۲- مردمک.....	۳۹
۷-۲- شبکیه.....	۳۹
۸-۲- اثر پراش روی شبکیه.....	۴۱
۹-۲- قدرت تفکیک (تیزیابی).....	۴۴
۱۰-۲- ملاک‌های تیزیابی.....	۴۴
۱۱-۲- معایب بینایی ناشی از شکست نادرست نور در چشم.....	۴۷
۱۲-۲- معادله اساسی عدسی‌های نازک.....	۴۸
۱۳-۲- چند اصطلاح.....	۴۹
۱۴-۲- دوربینی، علل و انواع آن.....	۵۱
۱۵-۲- تطابق در دوربینی.....	۵۳
۱۶-۲- نزدیک بینی، علل و انواع آن.....	۵۶

۵۹	۱۷-۲- آزمایشات مربوط به تعیین نزدیک بینی و دوربینی
۶۰	۱۸-۲- پیرچشمی و علل آن
۶۲	۱۹-۲- آستیگماتیسم، علل و انواع آن
۶۳	۲۰-۲- انواع آستیگماتیسم
۶۵	۲۱-۲- تصویر در سیستم آستیگمات
۶۸	۲۲-۲- تصحیح آستیگماتیسم
۷۱	۲۳-۲- تفسیر نسخه های عینک
۷۱	۲۴-۲- مدسی، تماسی
۷۲	۲۵-۲- دویسی
۷۳	۲۶-۲- ابزارهای کاربرد در چشم پزشکی

فصل سوم: آشنایی با دزیمتری و معرفی کمیتها و دزیمترهای اندازه گیری

تابشهای یونیزان

۷۶	۱-۳- مقدمه
۷۸	۲-۳- جذب انرژی از پرتوهای ایکس و گاما
۸۱	۳-۳- پرتو دهی
۸۳	۴-۳- انرژی انتقال یافته، دز معادل و دز موثر
۸۶	۵-۳- دزیمتری اشعه ایکس
۸۷	۶-۳- دزیمتری جنین
۹۴	۷-۳- تخمین دز با استفاده از کنترل پرتوگیری خودکار (خودتایمینگ)
۹۶	۸-۳- محاسبه دز مؤثر بیمار توسط AEC
۹۸	۹-۳- تکنیک های دزیمتری بیماران در رادیوگرافی تشخیصی
۱۰۰	۱۰-۳- شاخص های دوز در CT اسکن
۱۰۳	۱۱-۳- دزیمتری در سی تی اسکن
۱۰۵	۱۲-۳- دزیمتر فردی
۱۱۴	۱۳-۳- مشکلات دزیمتری
۱۱۴	۱۴-۳- تجهیزات اندازه گیری تابش
۱۱۸	۱۵-۳- قوانین و اصول استفاده از تجهیزات بررسی میدان های پرتویی

۱۱۹ ۳-۱۶- تعریف مناطق کاری

فصل چهارم: پرتوشناسی

۱۲۲ ۴-۱- تاریخچه

۱۲۳ ۴-۲- ماهیت اشعه ایکس

۱۲۴ ۴-۳- لامپ پرتو ایکس

۱۳۰ ۴-۴- مدار الکتریکی لامپ پرتو ایکس

۱۳۳ ۴-۵- مدار زمان سنج

۱۳۳ ۴-۶- اجزای میزان لامپ

۱۳۵ ۴-۷- فرایند تولید ایکس در آند

۱۳۸ ۴-۸- محدود کننده اشعه ایکس

۱۴۲ ۴-۹- فیلتر یا سافتی

۱۴۳ ۴-۱۰- برهم کنش ایذس (بدن ضعیف)

۱۴۶ ۴-۱۱- مکانیسمهای تضعیف ایکس در بدن

۱۵۴ ۴-۱۲- نحوه ثبت اطلاعات

۱۵۶ ۴-۱۳- اسکرین Screen

۱۵۷ ۴-۱۴- تصویر پنهان Latent Image

۱۵۸ ۴-۱۵- فرآیند ظهور و ثبوت

۱۵۹ ۴-۱۶- دانسیته فیلم Film Density

۱۵۹ ۴-۱۷- کنتراست تصویر Image Contrast

۱۶۲ ۴-۱۸- اشعه پراکنده

فصل پنجم: مقدمه‌ای بر رادیوبیولوژی

۱۶۶ ۵-۱- اثرهای تشعشع بر سلول

۱۶۶ ۵-۲- عمل مستقیم و غیر مستقیم

۱۷۰ ۵-۳- منحنی‌های بقای سلول

۱۷۱ ۵-۴- تجزیه رادیویی آب (رادیولیز آب)

۱۷۴ ۵-۵- اثرهای کروموزومی

۱۷۸ ۵-۶- حساسیت پرتوی نسبی اندام

۱۸۱.....	۷-۵- مطالعه اثرهای بیولوژیکی
۱۸۵.....	۸-۵- نتیجه گیری
۱۸۷.....	۹-۵- رویدادهای هسته ای اخیر
۱۸۹.....	۱۰-۵- منحنی های پاسخ - دوز
۱۹۶.....	۱۱-۵- آثار زودرس تشعشع
۱۹۷.....	۱۲-۵- سندروم های حاد تشعشعی
۱۹۹.....	۱۳-۵- سندروم سیستم خونساز
۲۰۰.....	۱۴-۵- سندروم سیستم گوارشی
۲۰۰.....	۱۵-۵- سندروم سیستم عصبی مرکزی
۲۰۱.....	۱۶-۵- آسیب موضعی بافت
۲۰۱.....	۱۷-۵- پوست
۲۰۴.....	۱۸-۵- گونادها
۲۰۵.....	۱۹-۵- بیضه ها
۲۰۶.....	۲۰-۵- تخمدان ها
۲۰۶.....	۲۱-۵- اندام های انتهایی
۲۰۷.....	۲۲-۵- تغییرات هماتولوژیکی
۲۰۹.....	۲۳-۵- آثار دیر رس تشعشع
۲۰۹.....	۲۴-۵- بیماری های بدخیم دیگر
۲۱۰.....	۲۵-۵- سرطان استخوان
۲۱۰.....	۲۶-۵- فناوری رادیولوژی و تابش گیری شغلی
۲۱۱.....	۲۷-۵- سرطان ریه
۲۱۲.....	۲۸-۵- سرطان پوست
۲۱۲.....	۲۹-۵- سرطان تیروئید
۲۱۴.....	۳۰-۵- سرطان پستان
۲۱۵.....	۳۱-۵- آسیب موضعی بافت
۲۱۶.....	۳۲-۵- ملاحظات مخاطره و منفعت ماموگرافی
۲۱۷.....	۳۳-۵- چشم ها
۲۱۸.....	۳۴-۵- کوتاهی عمر

۲۱۸	 ۳۵-۵ آسیب ژنتیکی
۲۲۰	 ۳۶-۵ آسیب سیتوژنتیکی
۲۲۱	 ۳۷-۵ دوز مضاعف کننده
۲۲۱	 ۳۸-۵ دوز مؤثر ژنتیکی
۲۲۲	 ۳۹-۵ تابش گیری جنین
۲۲۷	 ۴۰-۵ مرگ قبل از تولد
۲۲۷	 ۴۱-۵ مرگ نوزاد (بعد از تولد)
۲۲۸	 ۴۲-۵ گنجاری های مادرزادی
۲۲۸	 ۴۳-۵ حیمنی دوران کودکی
۲۲۹	 ۴۴-۵ عتب و تکامل
۲۳۱	 ۴۵-۵ پرتوزا، مایه بار

فصل ششم: رادیواکتیویته و پزشکی هسته ای

۲۳۴	 ۱-۶ مقدمه
۲۳۴	 ۲-۶ اتم و هسته
۲۳۴	 ۳-۶ چند اصطلاح پایه ای
۲۳۵	 ۴-۶ نیروی هسته ای
۲۳۷	 ۵-۶ منشاء رادیواکتیویته
۲۳۸	 ۶-۶ پرتوهای رادیواکتیو
۲۳۹	 ۷-۶ انواع واپاشی مواد رادیواکتیو
۲۴۶	 ۸-۶ روابط حاکم بر واپاشی مواد رادیواکتیو
۲۵۰	 ۹-۶ روش های تولید مواد رادیواکتیو (رادیوایزوتوپ های) مورد استفاده در پزشکی
۲۵۱	 ۱۰-۶ چشمه های رادیواکتیو برای پزشکی
۲۵۳	 ۱۱-۶ رادیوداروها
۲۶۰	 ۱۲-۶ کاربرد در درمان (رادیوتراپی)

فصل هفتم: جریان های پرفرکانس

۲۶۴	 ۱-۷ فیزیک جریان های پرفرکانس
۲۶۸	 ۲-۷ ماگنترون

۲۶۹	۳-۷- تقسیم بندی جریان های پرفرکانس
۲۶۹	۴-۷- کاربرد جریان های پرفرکانس در پزشکی
۲۷۳	۵-۷- اثرات جریان های پرفرکانس در دایاترمی
۲۷۳	۶-۷- خطرات دایاترمی
۲۷۴	۷-۷- مواردی که کاربرد دایاترمی ممنوع است:
۲۷۴	۸-۷- کاربرد در جراحی
۲۷۶	۹-۷- انواع دایاترمی
۲۷۸	۱۰-۷- مشخصات فیزیکی
۲۸۱	۱۱-۷- بنده انرژی رادیوفرکانس
۲۸۲	۱۲-۷- تولید گرما در بافت
۲۸۴	۱۳-۷- الگوهای گرما پس تولید شده در تکنیک های کاربردی مختلف
۲۸۸	۱۴-۷- دایاترمی موج کوتاه الی دار (PSWD)
۲۹۱	۱۵-۷- اثرات درمانی SWD و PSWD
۲۹۲	۱۶-۷- اثرات بالینی SWD و PSWD
۳۰۳	۱۷-۷- نتیجه گیری
۳۰۴	۱۸-۷- کاربرد SWD
۳۰۸	۱۹-۷- کاربرد القائی
۳۰۹	۲۰-۷- دوزاز: درمان های حرارتی
۳۱۳	۲۱-۷- روش های درمان
۳۱۴	۲۲-۷- کنترل اندیکاسیون ها
۳۱۵	۲۳-۷- ایمنی شخص درمانگر

فصل هشتم: کاربرد پرتوهای ماورای صوتی در پزشکی

۳۱۸	۱-۸- ماهیت امواج صوتی
۳۱۹	۲-۸- مشخصه های امواج صوتی
۳۲۴	۳-۸- مولدها و آشکارسازهای امواج ماورای صوتی
۳۲۷	۴-۸- فرکانس تشدید
۳۲۸	۵-۸- ساختمان ترانسدایوسرهای سونوگرافی

- ۳۲۹..... ۸-۶- مشخصه پرتوهای ماورای صوتی
- ۳۳۴..... ۸-۷- برهمکنش ماورای صوت با بدن
- ۳۴۴..... ۸-۸- کاربرد پرتوهای ماورای صوت در تشخیص
- ۳۸۳..... ۸-۹- اثرات بیولوژیکی
- ۳۸۵..... ۸-۱۰- حداکثر دوز مجاز
- ۳۸۷..... ۸-۱۱- کاربرد پرتوهای ماورای صوتی در درمان
- ۳۹۱..... ۸-۱۲- ترمیم زخم
- ۴۰۳..... ۸-۱۳- تاثیر اولتراسوند بر ترمیم استخوان
- ۴۰۵..... ۸-۱۴- کاربرد اولتراسوند
- ۴۲۰..... ۸-۱۵- ارزیابی
- ۴۲۰..... ۸-۱۶- تکنیک‌ها- بهای
- ۴۲۱..... ۸-۱۷- روش‌های غیر تهاجمی
- ۴۲۵..... ۸-۱۸- خلاصه

مقدمه مولفین

از آنجا که برای دانشجویان پزشکی و رشته‌های مرتبط و وابسته، با توجه به نوع فعالیت و تخصص، به صورت کم و بیش، داشتن اطلاعات فیزیکی از نحوه کارکرد دستگاه‌ها، شناخت مکانیسم‌ها و اصول فیزیکی مترتب بر پدیده‌های موثر در ایجاد آنها، امری اجتناب ناپذیر است و همچنین با توجه به بالا بودن میزان انرژی اکثر دستگاه‌های مورد استفاده در پزشکی، که احتمال آسیب‌پذیری برای هریک از اضلاع مثلث پزشک، بیمار و دستگاه را افزایش خواهد داد، لذا فراگیری خدمات و اصول اساسی این حوزه از علم فیزیک، بسیار مهم و تعیین کننده است. به این ترتیب برای دانشجویان پزشکی و دیگر رشته‌های همسو با آن، درس فیزیک پزشکی جزو جدایی ناپذیر، راسخ‌ترین و محسوب می‌شود لذا داشتن شناخت از مباحث فیزیک پزشکی، از جمله نیازهای اساسی تمام رشته‌های علوم پزشکی است.

با توجه به اینکه ارائه مطالب در در زمان مقرر برای مخاطبانی که یا در آینده پزشک خواهند شد و یا به صورت مستقیم و غیر مستقیم با یک یا چند وجه از جنبه‌های فیزیکی حوزه گسترده علوم زیستی و طب سر و کار خواهند داشت، بسیار حائز اهمیت است، بر آن شدیم تا با نگارش مطالبی همسو با اهداف تربیت پزشکان و اپزشکان، ضمن کاستن از بار فرمول‌ها و مطالب غیر کاربردی و فیزیکی صرف - که برای این دسته از مخاطبان با توجه به زمینه‌های آتی فعالیت‌شان غالباً جنبه حفظی و خالی نبودن عرصه را پیدا می‌کند - با بیان جنبه‌ها و کاربردهای پزشکی فیزیک، بر غنا و اثرگذاری مطالب بیفزاییم و فصل مشترک‌های فیزیک تئوری با پزشکی تجربی را تا حد امکان به خوبی بیان نماییم.

این کتاب با توجه به مطالب بالا در ۸ فصل تهیه و به رشته تحریر در آمده است؛ در فصل اول به صورت کلی و کاربردی معرفی مفهوم نور پرداخته شده و جایگاه و کاربردهای نور در فیزیک پزشکی تبیین گردیده است.

در فصل دوم به جنبه‌های فیزیکی بینایی پرداخته و آن دسته از عیوب چشم که جنبه انکساری دارند به عنوان حوزه مطالعه در فیزیک پزشکی، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در فصل سوم انواع واحدهای تشعشع مرتبط با پرتوهای یونساز، نحوه سنجش دوز برای پرتوهای یونیزان و معرفی برخی از تکنیک‌های دزیمتری بیماران مورد بحث و ارائه قرار می‌گیرد.

در فصل چهارم از تاریخچه پرتوشناسی یا همان رادیولوژی تا معرفی و طبقه‌بندی پرتوهای حاصل از بیمه، پارامترهای موثر بر کیفیت تصویر در رادیولوژی و مطالب مرتبط در این حوزه ارائه می‌گردد.

در فصل پنجم به بررسی اثرات پرتوهای یونیزان در حوزه زیستی در قالب مقوله رادیوبیولوژی پرداخته شده و اثرات و خطرات پرتوهای یونیزان با توجه به قوانین این حوزه معرفی و ارزیابی می‌شوند.

در فصل ششم به معرفی رادیواستحباب و پزشکی هسته‌ای به عنوان یکی از کاربردهای پرتوهای یونساز در تشخیص و درمان می‌پردازیم و با انواع رادیوداروها و کارکردها و شرایط هر کدام آشنا می‌شویم.

در فصل هفتم به فیزیک جریان‌های پرفرکانس، امواج الکترومغناطیسی تا اثرات و مخاطرات آن، در تشخیص و درمان در پزشکی و انواع جریان‌های پرفرکانس و شرایط مربوط به آن خواهیم پرداخت.

و در نهایت در فصل هشتم به معرفی پرتوهای ماورای صوتی و کاربردهایی که این پرتوها در تشخیص و درمان در پزشکی دارند و همینطور انواع کاربردها و روش‌های مورد استفاده از این پرتوها به همراه فواید و مخاطرات به کارگیری آنها در پزشکی خواهیم پرداخت.

این کتاب حاصل تلاش ما در خصوص بیان نکاتی کاربردی‌تر و مفیدتر برای دانشجویان پزشکی و سایر علوم وابسته به آن است. هدف نگارندگان کتاب ارائه منبعی مناسب برای تدریس اساتید و مطالعه دانشجویان همسو با سرفصل‌های مدنظر وزارت بهداشت است. به

رغم تمام تلاشی که در این راه مصروف داشته‌ایم اما همچنان معتقدیم که این کتاب نیز همانند سایر فعالیت‌های بشری مطلقاً خالی از اشکال نیست و در این راه صمیمانه پیشنهادهای و نقطه نظرات اساتید، دانشجویان و صاحب‌نظران گرانقدر که مخاطبان اصلی این کتاب هستند را به دیده منت پذیرفته و در چاپ‌های بعدی چراغ راه قرار خواهیم داد.

سخن پایانی به سنت سپاس و قدردانی، به تشکر از عزیزانی اختصاص می‌یابد که مشوق و موید چاپ این کتاب بودند؛

تشکر و سپاس بی‌پایان از:

ریاست محترم دانشگاه علوم پزشکی ارتش جناب آقای دکتر علیرضا خوشدل عزیز
بابت وسعت نظر راهبری‌های مدیرانه‌شان

جانشین محترم ریاست دانشگاه و مدیر محترم گروه فیزیک پزشکی و ریاست مرکز
تحقیقات علوم پرتویی جناب آقای دکتر بابک شکارچی عزیز
بابت حمایت‌ها و همراهی‌های راهبرانه‌شان

معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی ارتش
و قائم مقام محترم معاونت تحقیقات
جناب آقایان دکتر مصطفی شاهرضایی عزیز
و دکتر آرمین زارعیان عزیز
بابت زحمات و پیشنهادهای ارزنده‌شان

مدیریت محترم پژوهش دانشگاه سرکار خانم دکتر ساناز زرگر
و مدیریت محترم نشر دانشگاه سرکار خانم دکتر محرابی
بابت تلاش‌های اثرگذارشان

نامشان زمزمه نیمه شب مستان باد تا نگویند که از یاد فراموشانند
این تمام چیزی است که می‌توانستیم نه تمام آنچه که می‌خواستیم

این نور و گرمایی که می‌روید ز خورشید
در پهنه منظومه ما جان آفرین است
هستی، به و هستی فزای هر چه در روی زمین است
ما هیچ یک، مانند خورشید
نوری و گرمایی که جان بخشد به این عالم نداریم
اما به سهم خویش و در محدوده خویش
ما نیز از خورشید چیزی نمی‌داریم
با نور و گرمای دوست
نیروی هستی بخش خدمت در بیز می‌داریم
می‌توان آسان درخشید
در دیگران تابید و جان تازه بخشید
مانند خورشید

با احترام بی‌پایان: شهرام فدایی، حامد باقری و محمدرضا دیوبند

خرداد ۹۷

h.bagheri@ajaums.ac.ir