آموزش فیزیک پزشکی

دکتر علیرضا مهدیزاده
دانشجوی دکتری فیزیک پزشکی گروه فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

چکیده

با یک انتخاب مناسب از سرفصل ها و متون، می توان یک دوره کامل آموزش فیزیک برای دانشجویان در رشته های علوم پزشکی فراهم کرد. این زمینه ناهمگون فرصتی است برای اینکه بتوان حجم زیادی از علوم پایه فیزیک را در سطح بروز دنیا، در بافتی متشکل از روش های جدید در کنار درک اصول فیزیکی آنها فراهم کند. این مقاله توصیه هایی را ارائه می دهد که مجموعه ای است از سخنرانی ها، تجربیات، مطالعات و آزمایشات برای اینکه مجموعه منتخبی از اصول فیزیک و تکنیکهای کمی حل مسأله را در اختیار خوانندگان قرار دهد. این مقاله با استفاده از نظرات دکتر سوزان آمادور، استاد بخش فیزیک دانشگاه پنسیلوانیا تهیه شده است.

مقدمه

در دوره ای که فناوری یک بحث همه گیر در سطح جهانی است و تعداد زیادی از مردم ما نسبت به اهمیت علوم طبیعی آگاهند، اما کماکان درباره آموزش آن در بی اطلاعی به سر می برند، این وضعیت باعث شد، تا دولت آموزش همگانی را در رأس اهداف خود قرار دهد.

این مقاله به یکی از این برنامه های آموزش فیزیک می پردازد. استفاده از یک دانش فراگیر (در این مورد فیزیک) برای جلب تعداد زیادی شنونده و برای اینکه دانشجویان ترغیب شوند تا یک زیرمجموعه تعریف شده از روشهای استدلال کمی و فیزیک مقدماتی را یاد بگیرند. فناوری پزشکی برای این منظور انتخاب شده زیرا برای نسل کنونی همان جذابیتی را دارد که تکنولوژی فضانوردی برای چند نسل قبل داشت، در همین حال یک شیوه طبیعی برای تدریس اساسی ترین مباحث فیزیک را نیز فراهم کند. به خاطر این دلیل این موضوعات کاندیدهای بسیار خوبی برای جایگزینی در تدریس فیزیک برای دو ترم اول دانشجویان سال اول رشته های علوم پزشکی هستند.

این برنامه تدریس فیزیک از طریق تجربیات برگرفته از دو طرح آزمایشی مجزا و به هم مرتبط طراحی شده است. دانشجویان آزمایشات فیزیک پزشکی را در آزمایشگاه در حالی انجام می دهند که تئوری و حتی مبانی اخلاقی این علم را نیز مطالعه می کنند.

این برنامه آموزشی، با آموزش روشهای اصلی در پزشکی مدرن که در تشخیص و درمان به کار می روند، شروع می شود. به خصوص دانشجویان در ارتباط با فیزیک پایه، کاربردهای اختصاصی آن در فراصوت تشخیصی، جراحی لیزر، فیبر نوری در پزشکی، رادیولوژی پزشکی هسته ای و تصویربرداری مقطعی را نیز خواهند آموخت. برای فهم بیشتر، دانشجویان ابتدا مبادرت به یادگیری فیزیک صوت و اثر داپلر(برای فراصوت) نور هندسی (برای جراحی لیزر و فیبر نوری) و مقدمات فیزیک پزشکی هسته ای (برای پزشکی هسته ای) می کنند. این برنامه آموزشی، مجموعه ای از مقالات، کتب آموزشی مختلف و مجموه ای از نکات کنفرانس ها است که مجموعاً زمینه را برای آشنایی دانشجویان با این درس فراهم می کنند. نتایج بسیار مثبت از نظرخواهی های به عمل آمده در مطالعات انجام شده در کالج هاورفورد نشان می دهد که مطالب آموزش داده شده در این برنامه به اندازه ای برای دانشجویان جالب توجه بوده که توانستند به

Archive of SID
www.SID.ir

ترس خود از یاد گرفتن مطالب فیزیک غلبه کنند و اقدام به خواندن مقالات معروف علمی فیزیک و انتخاب دروس پیشرفته تر علمی در این رابطه نمایند.

این برنامه البته باید با یک برنامه فیزیک که دانشجویان رشته های فیزیک یا مهندسی زیستی در سال دوم یا سوم مطالعه می کنند، افتراق داده شود. نمونه های موفق این گونه برنامه های آموزشی پیشرفته در سازمان های بسیاری وجود دارد و کتب آموزشی مختلفی که از نظر سطح علمی و محتوا مناسب هستند نیز در این رابطه وجود دارند. برنامه حاصل مخاطبانی را در نظر دارد که در رشته های علوم مهندسی و ریاضی تحصیل نمی کنند. این برنامه آموزشی هیچ پیشنیاز آموزشی ریاضی دانشگاهی نمی خواهد در صورتی که یک انگیزه قوی برای کسب دانش و حل کردن مسائل کمی را در یک محتوای آموزشی غیراختصاصی دربر می گیرند.

سازمان برنامه آموزشی

یک مشکل همیشگی در آموزش فیزیک مقدماتی، تدریس اصول فیزیک و کاربرد آن در کنار مسائل مربوط به رشته های اصلی است که دانشجویان در حال تحصیل در آن هستند. میزان جذبه ای که دانشجویان از آموزش زیست شناسی و تا حدی شیمی دریافت می کنند تا حدودی به قدرت درک آنها از میزان ارتباط مطالب آموزشی با پژوهشهای به روز در آن رشته مربوط می شود.

در هر حال، خیلی جنبه های جراحی لیزر و مباحث مربوط به فیبر نوری که در کتب جراحی لیزر استاندارد آورده شده، برگرفته از دروس فیزیک نور برای مبتدیان است و نیز تصویربرداری فراصوت نیز بر پایه یک دانش بنیادی از فیزیک موج استوار است. تصویربرداری سی تی اسکن و تصویرنگاری تابش پوزیترون برای فهم ساده تر از تصویربرداری تشدید مغناطیسی هستند و می توانند بعنوان نقطه شروع برای آموزش این روشها به کار گرفته شوند. فیزیک پایه پیشنیاز برای آموزش این مباحث باید به مباحث اندکی محدود شود که به فهم عمقی بیشتر این فناوری ها کمک می کند. این تأکید بر تدریس عمقی یک تعداد مبحث محدود برای قرارگیری ذهنی آنها در بافتی کاربردی بر طبق الگوهای جدید آموزش فیزیک در برنامه های پروژه فیزیک مقدماتی دانشگاهی چیده شده است. این نوع گرایشها برای آموزش مطالبی که دانشجویان انتظار آموزش آنها را دارند (به عنوان مثال، طرز کار لاپاراسکوپ) به اضافه یک تعداد مبحث محدود که عمقی آموزش داده می شوند، می توانند کمکی برای جلوگیری از اختلالی که در فهم مطالبی که بطور ناقص آموزش داده شده، نمایند.

این برنامه آموزشی طوری طرح ریزی شده که تعدادی متون برای کنفرانس، به همراه برخی مباحث قابل بحث را با یک برنامه آموزشی یک هفته در میان برای کار آزمایشگاهی فراهم کند. دانشجویان حداکثر با هفت سرفصل آشنا می شوند و برای هر سرفصل، یک مقاله کوچک از پایه های فیزیکی موضوع، دو امتحان و دو گزارش کوتاه از کار در آزمایشگاه، یک سمینارکوتاه از کاربردهای پزشکی و پیشنهاد یک نظریه یا کاربرد جدید.

سرفصلهای پیشنهادی در نظر گرفته شده عبارتند از:

۱- نور و فیبرهای نوری

بازتابش و شکست، ضریب شکست، قانون اسنل، شکست کلی، فیبرهای نوری به عنوان رسانه های موج، تصاویر منطقه ای از طریق فیبرهای نوری، کانونی کردن پرتوهای موازی با عدسی.

Archive of SID

www.SID.ir

کاربردها: فیبر نوری در پزشکی، ساختمان، اندازه، کنتراست تصویر، مقایسه فیبرهای همگرا و ناهمگرا، استفاده با دوربین های CCD، شیوه های مختلف ایجاد تصویر و کاربرد آنها، ضمایم مکانیکی.

۲- جراحی با کمک لیزر و درمانهای نوری

ماهیت موجی نور، بسامد و طول موج، انرژی فوتون، طیف الکترومغناطیسی، توان، طیف های جذبی اتم ها و مولکولهای زیستی، ارتباط با رنگ بافت ها. مثال: آب، هموگلوبین، ملانین، رنگدانه های بینائی، تئوری اتمی، طیف های گسیل شونده از اتم، تحریک الکتریکی، دقت بالای انرژی های جذبی و گسیل فوتونها، طرز کار لیزر، گسیل خودبخودی در مقایسه با گسیل تحریکی، رزونانس های نوری، همراهی موقت در مقایسه با همراهی فضایی، مقایسه با بقیه منابع نوری.

کاربردها: منعقدسازی در مقایسه با تبخیر در استفاده از لیزر، انتخاب شدت و اندازه مقطع برای ایجاد توان مناسب، لیزرهای موج پیوسته در مقایسه با نوع پالس و مبانی انتقال گرما، تطبیق طول موج لیزر با طیف جذبی بافت.

۳- تصویربرداری فراصوت و اکوکاردیوگرافی داپلر

فرکانس و طول موج امواج صوتی و فراصوتی، سرعت صوتی، مقاومت صوتی، انعکاس امواج صوتی از سطوح اندازه گیری فواصل با استفاده از اثر اکو، کاهش دامنه صوت و مقاومت آن در فواصل و فرکانس ها، ناقل های فراصوت، کانونی کردن و انتشار صوت در بافت ها، ساخت تصاویر با استفاده از اثر اکو فراصوت، اثرات تفکیک فضایی، اشتباهات، اثر داپلر، اکوکاردیوگرافی داپلر.

۴- رادیواکتیویته و اثرات بیولوژیک پرتوهای یونیزان

ساختار اتم، ایزوتوپ ها، رادیواکتیویته، انواع مواد قابل تولید پرتو یونیزان، نیمه عمرها، فعالیت مواد رادیواکتیو، میزان در معرض گیری، دوز جذبی، اثرات نسبی بیولوژیک، مکانیزم آسیب های ژنتیکی، سرطان زائی، ارزیابی سطوح بی خطر.

۵- رادیوگرافی و تصویربرداری با مواد رادیواکتیو

انرژی و طول موج امواج ایکس، برهمکنش اشعه ایکس با مواد، وابستگی میزان جذب اشعه با ضریب جذب ماده و مقادیر موجود در بدن، حاجب سازی در برابر اشعه ایکس، تفکیک، نویزها و اثرات تفکیک فضایی تصاویر رادیوگرافی به عنوان نمایشی از ارگانهای داخلی، ردیاب ها و فرستنده ها در پزشکی، مواد حاجب.

۶- رادیوتراپی

آسیب تصادفی و غیرتصادفی، منحنی های تأثیرات دوز جذبی، طراحی انواع درمان و مقادیر خاص درمانی، انواع اشعه های قابل استفاده، روشهایی که برای به حداقل رساندن آسیب به بافت ها قابل استفاده اند، برهمکنش با شیمی درمانی.

۷- روشهای تصویرنگاری جدید

مقایسه **تصویربرداری برشی و پروجکشن**، تغییرات ناشی از گسیل الکترون- پوزیترون، تولید اشعه گاما، تبدیلهای جرم به انرژی، مواد حاجب.

کاربردها: استفاده های PET در پژوهشهای روانشناسی، کاربرد مختلف تصاویر CT، مقایسه میان انواع روشهای تصویربرداری برشی.

Archive of SID

www.SID.ir

هر شخص می تواند به راحتی جایگزین هایی از سایر سرفصل ها به عنوان مثال، ضربان سازها، الکتروفیزیولوژی یا پروتزها را در این برنامه تصور کند. در هر صورت میزان تنوع مطلب باید محدود باشد، چون میزان زیادی پیش زمینه برای معرفی هر عنوان جدید لازم است بویژه باید متوجه این مسأله بود که افکار علمی مورد نیازی که در طول این برنامه آموزشی به کار گرفته می شود را باید در بافت موضوعات تدریس جایگزین کرد.

این برنامه شامل مباحث اولیه در مورد تعریف انرژی، دما، گرما، امواج الکترومغناطیس و سایر مفاهیم بنیادی فیزیک است. همچنین دانشجویان نیاز به یک دوره ساده درمانی با استفاده از فیزیک اتمی و تشعشع که عموماً در دوره های مقدماتی ارائه شده دارند. چالش اصلی، اجتناب از ایجاد یک مرز مشخص بین فیزیک پایه و فیزیک کاربردی است (امواج صوتی در این هفته، فراصوت در هفته بعد). با یک انتخاب دقیق می توان این دو رشته بهم متصل فیزیک را، به یک هدف مشخص سوق داد بطوریکه از گریزان شدن دانشجویان از مسیر پیش بینی شده جلوگیری کرده باشیم.

دانشجویان شنونده این دوره ها، غالباً یک نوع کاستی از تجربیات مستقیم اصول فیزیک دارند. بنابراین ابزاری برای درک کافی مطالب در ذهنشان نخواهند داشت. فهم مطالب خیلی ساده و آن دسته از اثبات ها که به اندازه ای آسان هستند که در سر کلاس مطرح بشوند، برای این گروه است. اینها شامل استفاده از لیزر و سطح مایع– هوا که انعکاس و انکسار نور را اثبات می کند، اثبات پدیده های فیبر نوری مختلف با استفاده از رسانه های موج بزرگ که بطور تجاری در دسترس هستند، رشته های فیبر نوری، آموخته هایی درباره طول موج و فرکانس، بازتاب ها از بین سطوح و تطبیق مقاومت که با استفاده از امواج مکانیکی اثبات می شود، استفاده از تولید کننده صدا که بر روی یک ریل حرکت می کند و اثر داپلر را اثبات می کند، استفاده از کریستال های حرارتی مایع که گرمای ایجاد شده ناشی از تمرکز شعاع لیزری هلیوم نئون بر روی آنها را می توان نشان داد.

با یک سرمایه گذاری متوسط و خرید حسگرهای مناسب ارزان قیمت که بوسیله رایانه قابل استفاده است و نرم افزارهایی که این سیستم را حمایت می کند، اجازه اثبات قضایای سخت تر به ما داده می شود که شامل ابزارهای دسته بندی فراصوت برای اندازه گیری فواصل و حسگرهای تابشی که با استفاده از آنها می توان نیمه عمر مواد رادیوایزوتوپ که نیمه عمر کوتاه دارند را اندازه گیری کرد و موارد دیگر هستند.

مواد آموزشی

همیشه بزرگترین مشکل یک چنین دوره ای جایگزاری مطالب کافی برای هماهنگ کردن هر موضوع است. در بعضی متون فیزیک جدید با موفقیت، در بین مطالب، کاربرد آن را برای زیست شناسی و پزشکی جا می دهند، همچنین در فیزیک عمومی. چیزی که در این نوع آموزش مورد نظر است، استفاده کمتر از ریاضی است. این برنامه همچنین می تواند چند مطلب دیگر را پوشش دهد که شامل: متن یک دانشجوی فارغ التحصیل شده در مورد مشکلات اقتصادی و اخلاقی در تکنولوژی سلامت، تکنولوژی پزشکی و جامعه و یک پژوهش در مورد ضربان سازها و راه اندازی قلب است، اگرچه تمرکز اصلی این کارها روی دانش فیزیک پزشکی نیست ولی هر کدام یک موضوع مختصر از مطالعات پزشکی را ارائه می دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

حداقل تعدادی مقاله خوب برای تمامی سرفصلها و موضوعات اصلی وجود دارد و بیشتر آنها به اندازه کافی بـرای دانـشجویان قابـل فهم می باشند. در حالیکه این مقاله ها به عنوان یک مقدمه و معرفی ارائه شوند، می توانند به دانـشجو در جهـت ایجـاد ارتبـاط بـین مطالب فیزیکی پایه و کاربردهای فناوری پزشکی آن کمک می کند.

یک مطلب مناسب به همراه توضیح استفاده بالینی از فناوری پزشکی، مثالهای وسیعی ارائه می دهد.

قیمت خرید چند کتاب مرجع پزشکی خارج از توان بیشتر دانشجویان در حال تحصیل می باشد. نکات سـخنرانی هـا تمـام عنـاوین اصلی گفته شده در بالا را در بر می گیرد و می تواند برای دانشجویان نیز در یک بسته کپی شـده منتـشر گـردد. مـی تـوان در تمـامی دانشگاهها اقدام مشابهی انجام داد. مشخصاً این بسته به عنوان یک متن جانشین برای این دوره آموزشـی بـا روش دانـشجو محـوری شامل فیزیک و کاربردهای آن می باشد، همچنین برای دانشجویانی که از فکر انتخاب دوره آموزشی علوم فیزیکی واهمه داشتند، ایـن نوع متن مرکزی و قابل اعتماد کمک موثری به شمار می رود. کتاب مرجعی که از نوشته ها و مشکلات و مسائل تکالیف منزل حاصل شده توسط گوردون و بریچ تحت عنوان "دیددرونی فیزیک تکنولوژی پزشکی" منتشر گردیده است.

مشکلات ارزیابی و امتحان

سئوالات بوجود آمده همراه با دیگر مطالب دوره آموزشی نشان دهنده عدم کفایت کتاب مرجع برای ارزیابی می باشد. بـرای ارزیـابی درک دانشجو از دلایل کمی، تغییر نمودارها، تخمین، اهمیت ومقایسه علمی و مقایسه فناوریهای مربوطـه هـر جـا کـه ممکـن اسـت، پارامترها از روی موقعیت های دنیای واقعی گرفته شده اند، مهارت های ریاضی استفاده شده محدود به جبر، مثلثات ساده، آنالیز تـک بعدی، تخمین و آنالیز نموداری ساده هستند. برای مثال، مشکلات زیر، قسمتی از ارزیابی فراصوت را نشان می دهد:

به دانشجویان فرکانس های مورد استفاده در تصویربرداری فراصوت شکمی یا قلبی نشان داده می شوند، جائی که پالسها باید به اندازه چند سانتی متر نفوذ کنند و همچنین ارتباط بین فرکانس و عمق بافت نرم، جائی که پالسهای فراصوت بوسیله شکـست ضـعیف مـی شوند، نشان داده می شود. سپس از آنها خواسته می شود که از این اطلاعات در رابطه با اندازه گیری هایی که آنها روی بدن برای پیدا کردن اطلاعات درست برای معاینه فراصوت برای چشم انجام داده اند، استفاده کنند. شکل های آناتومیکی چشم به آنها نشان داده می شود و خواسته می شود که ابعاد قسمت های مختلف را تخمین بزنند.

سپس از آنها خواسته می شود که توضیح دهند که در یک چنین معاینه ای چه ساختارهای مـی توانـد مـشخص باشـد. بـا اسـتفاده از محدود کردن وضوح تصویر فضایی با انتخاب یک طول موج، دانشجویان برای حل این مسائل مجبورند که با این ایده کنار بیایند کـه جواب مسأله شامل یک گستره از مقادیر درست می باشد نه اینکه فقط یک فرکانس کاملاً درست که عمـل فراصـوت در آن فرکـانس انجام می شود.

بنابراین با انتخاب فرکانس های بالاتر می توان وضوح فضایی تصویر را به قیمت محدود کردن عمق بافت داخلی (کـه تـصویربرداری از آن انجام می شود) افزایش داد. در یک تصویربرداری فراصوت تک بعدی از بافت زنده قلبی، آنها قادر بودند این مسئله را در حـین کار ببینند، هنگامی که استاد فرکانس ها را متناسب با کاربردهای مختلف تنظیم می کند، یک فرکانس کم برای تـصویربرداری از قلـب در داخل قفسه سینه و فرکانس های بالاتر برای تصویربرداری از شریان کاروتید که کـوچکتر اسـت. در مثـالی دیگـر، دانـشجویان از

Archive of SID

www.SID.ir

فرمول فرنل استفاده می کنند برای شکست صوت از سطح مشترک بین بافتهای با خاصیت انتقال اصوات متفاوت و درصد شدت موج صوتی برگشته از سطح مشترک بین بافت نرم، استخوان، هوا و آب را محاسبه می کند.

سپس از دانشجویان خواسته می شود که با استفاده از محاسبات توضیح دهند که چرا کاربران فراصوت از یک ژل بین ارسال کننده امواج و پوست بیمار استفاده می کنند (بخاطر تطبیق شدت صوت) و اینکه چرا فراصوت برای بررسی مغز استفاده نمی شود (مقدار بیشتر فراصوت منعکس شده از جمجمه، بخاطر تطبیق بسیار نامناسب بین پوست و استخوان) مسائل مربوطه می تواند به آسانی برای رادیوگرافی یا جراحی لیزر بوجود بیاید. از دانشجو پرسیده می شود که چرا فرکانس اشعه ایکس مورد استفاده در ماموگرافی از اشعه مورد استفاده برای قفسه سینه کمتر است و در مورد انتخاب ترکیب سایز نقطه لیزری و شدتی که بتوان آن را کنترل کرد و نوع آسیب برای جراحی چشمی نیز سؤال شود.

بسیاری از مسائل و مشکلات شامل خواندن و آنالیز نمودارها می باشد. برای مثال از دانشجو خواسته می شود که برای جراحی روی یک بافت خاص، لیزر مناسب را انتخاب کند که این تمرینی است که دانشجو نیاز دارد که مقدار جذب را تفسیر کند، (برای بدست آوردن بیشترین جذب در آن بافتی که روی آن عمل انجام می شود و کمترین آسیب به نواحی اطراف). به همین ترتیب، انرژی اشعه ایکس برای رادیوگرافی یا برش نگاری کامپیوتری برای بافت های مختلف انتخاب می شود. فرد برای حل این مشکل باید تفاوت در ضریب جذب بافت های مختلف با انرژی را بفهمد. تمرین های دیگر شامل تفسیر روند داپلر رنگی در هندسه واقعی است. وقتی که این تمرین ها با مسائل استاندارد در مورد اپتیک هندسی، نور، امواج صوتی، تشعشع و دیگر موضوعات ترکیب می شود که با موارد دیگر دوره آموزشی قابل دسترس است، یک نزدیکی کامل به فیزیک و کاربردهای پزشکی آن ارائه می دهد.

افزایش سریع موارد استفاده جدید، داشتن یک بدنه وسیع و محکم برای پوشش موارد جدید را مشکل ولی الزامی می سازد. در نتیجه عملاً ترکیب کردن با کاربرد که بیشتر آماده سازیها برای آن انجام شده است، مؤثرتر است. برای مثال طرز عمل اپتیک هندسی و نوری از یک دوره استاندارد برای اینست که به دانشجو اجازه دهد که عمل و هدف فیبر نوری و بیشتر موضوعات اصلی جراحی لیزر را بفهمد. به همین ترتیب، موضوع فراصوت می تواند بعد از موضوعات معمولی صوت و امواج باشد و اطلاعات در مورد اثرات بیولوژیک تشعشعات و استفاده های تشخیصی و درمانی آن می تواند به طور قابل قبولی بعد از یک جلسه فیزیک جدید که شامل مکانیک کوانتوم ابتدایی، فیزیک هسته ای و تشعشعات یونیزه کننده است، قرار گیرد.

آزمایشگاه

بطور کلی و ایده آل، هر قسمت از دوره فیزیک پزشکی باید با آزمایشگاه همراه شود. به منظور توضیح دادن فیزیک پایه ای که در زمینه هر کدام از موضوعات اصلی یک دوره تحصیلی وجود دارد: آزمایشگاه برای اپتیک، لیزر، صوت، تشعشعات هسته ای و جریانهای الکتریکی ساده باید موردنظر باشد.

مدل سازی کمی و آنالیزهای تصویری نیز باید جزئی از هر قسمت باشد، با فراهم کردن تدارکاتی برای مقدمات، بدست آوردن یک فهم روشن از اطلاعات، جستجو و بررسی در اندازه گیریها و توجه به توضیحات، تلاش می شود برای هر دوره را آزمایش وسائل متناسب با آن دوره طراحی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

برای مثال، آزمایشگاههای اپتیک برای شکست نور، انعکاس کلی فعالیت می کنند (برای فیبر نوری) و روی نور موازی با صفحاتی که برای جمع کردن مجموعه طیف جذبی ماکرو مولکولهای بیولوژیکی است، تمرکز می کنند.

برای مثال: در کلاس سال اول چگونگی اینکه یک لیزر YAG با شدت بالا می تواند بافت را تبخیر کند و انعقاد خون در بافت را به مقدار کمتر انجام دهد، با توجه به اثرات کانونی شدن دسته نوری در اندازه های مختلف روی یک بافت خاص (یک تکه گوشت نازک) نشان داده می شود. پس آنها یک فیلم ویدئویی از جراحی لیزر که توسط یک جراح تهیه شده را می بینند. در آزمایشگاه تشعشعات هسته ای، دانشجو بعد از اندازه گیری نیمه عمر ایزوتوپ های با نیمه عمر کوتاه و تعیین بستگی تشعشعات ساطع شده با ضخامت جاذب، یک بررسی در مورد سطوح تشعشع در یک محیط آزاد انجام می دهد و به دقت در مورد اینکه آنها به چه آماری نیاز دارند تا نتایج کارشان معنی دار شود، واداشته می شود.

نتیجه گیری

در آموزش فیزیک پزشکی، راه حل مشخصی برای حل یک مشکل اساسی ارائه می شود و آن عبارتست از تحصیل علمی و تکنیکی فیزیک برای دانشجویانی که در علوم مهندسی و ریاضی تخصص ندارند. دانشجویان با علاقه به محتویات این دوره تحصیلی روی می آورند اگرچه آنها این موضوعات را کمی سخت می دانند. در واقع مشکل اصلی برای تدریس یک چنین دوره ای، ترس از وجود متون مناسب، وسایل و دیگر منابع می باشد. علاوه بر رجوع به متون منتشر شده که در اینجا ذکر شد، خوانندگان علاقمند می توانند در هنگام نبود یک کتاب مناسب، برای داشتن کپی های موارد دوره تحصیلی که برای این منظور آماده شده، اقدام کنند.

این دوره همراه با کمک های عالمانه و عملی اعضای هیأت علمی که فیزیک درس می دهند و دوره های عملی که شامل تمام جنبه ها یا دست کم بخشی از جنبه های فیزیک پزشکی است باید در هر دانشگاه تدوین، بازنگری و در قالب عمومی و مشترکی که توسط نظام آموزشی ارائه می شود، گنجانده شود.

Archive of SID

www.SID.ir