



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه‌ریزی رشته

مهندسی برق – افزارهای میکرو و نانوالکترونیک

ELECTRICAL ENGINEERING – MICRO- AND NANO-ELECTRONIC DEVICES

مقطع کارشناسی ارشد

تهیه‌کنندگان:

مرتبیه علمی	نام عضو هیات علمی
دانشیار	دکتر صمد شیخایی
دانشیار	دکتر محمدرضا کلاهدوز اصفهانی
دانشیار	دکتر مهدی پورفتح

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	دروس تخصصی-۱ دو درس بودند شامل تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا و مکانیک کوانتمی. این دو درس اجباری بودند.	دروس افزاره‌های نیم‌رسانا (ادوات نیمه‌هادی) به دروس تخصصی-۱ اضافه شد و جمعاً سه درس شدند. دانشجویان می‌بایست هر سه درس را بگذرانند.
۲.	دروس تخصصی-۲ عبارت بودند از: فیزیک حالت جامد پیشرفته، افزاره‌های نیم‌رسانا، نانوالکترونیک و نانوتکنولوژی، و الکترونیک نوری. دانشجویان می‌بایست حداقل دو درس از این چهار درس را می‌گذرانند.	دروس تخصصی-۲ عبارتند از: فیزیک حالت جامد پیشرفته، نانوالکترونیک و نانوتکنولوژی، و شبیه‌سازی ادوات نیمه‌هادی. دانشجویان می‌بایست حداقل دو درس از این سه درس را بگذرانند.
۳.	دروس "الکترونیک ۳" و "فیزیک الکترونیک" جزء دروس جبرانی بود.	درس "الکترونیک ۳" به دلیل عدم ارتباط مستقیم با محتوای دروس ارشد، از فهرست دروس جبرانی حذف شد.
۴.	سمینار (تخصصی و ۲ واحد)	به صورت روش تحقیق ۱ و ۲ (جزء تخصصی-۱ شامل دو درس تک واحدی) ارائه می‌شود.
۵.	فیزیک حالت جامد	تغییر نام داده شده به: فیزیک حالت جامد پیشرفته
۶.	ادوات انرژی	تغییر نام داده شده به: افزاره‌های ذخیره انرژی ۱
۷.	ادوات نانو و مجتمع‌سازی آن	حذف شده است. مطالب آن در دروس دیگر پوشش داده می‌شود.
۸.	فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا پیشرفته	حذف شده است. بیشتر مطالب آن در دروس تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا ارائه می‌شود.
۹.	آزمایشگاه نانو بیو الکترونیک	حذف شده است. به دلیل یک واحدی بودن در ساختار برنامه دروس سه واحدی نمی‌گنجد.
۱۰.	---	درس سلول خورشیدی اضافه شده است
۱۱.	---	درس افزاره‌های ذخیره انرژی ۲ اضافه شده است
۱۲.	---	درس الکترونیک سرطان اضافه شده است
۱۳.	---	سرفصل و محتوای کلیه دروس مورد بازبینی قرار گرفته‌اند.

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

رشته مهندسی برق- افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک یکی از شاخه‌های مهندسی برق-الکترونیک است که در طی آن دانشجویان با اصول اولیه و پایه‌ای در حوزه ادوات و قطعات الکترونیک آشنا خواهند شد. بدون شک رشته افزاره نزدیکترین قسمت مهندسی برق به مباحث عمیق فیزیکی است و تبلور آن در طراحی و ساخت قطعات الکترونیک دیده می‌شود. این رشته از یک طرف با بخش مدارهای مجتمع الکترونیک ارتباط تنگاتنگی داشته و از طرف دیگر با رشته مخابرات میدان و البته فیزیک نیز ارتباط موضوعی دارد. در این رشته دانشجویان به طور همزمان، با مسائل نظری و تجربی در حوزه ادوات نیمه‌هادی آشنا شده و بسته به علایق شخصی خود در زمینه‌های مرتبط به تحقیق و پژوهش خواهند پرداخت. مباحث مربوط به انرژی و سلولهای خورشیدی، بیوالکترونیک، و نیز حسگرها از موارد مهمی است که در الکترونیک افزاره مورد بررسی و توجه قرار خواهد گرفت.

پیشرفت روز افزون علوم فیزیک و الکترونیک سبب گشته است که امکان استفاده از مواد یک بعدی و دوبعدی در ساخت ادوات الکترونیک فراهم گردد و تحقیق روی آنها به عنوان یکی از مسائل مهم و اساسی گرایش افزاره مطرح شود. آشنایی با فرآیندهای ساخت قطعات الکترونیک مانند انواع سوئیچ‌ها، ترانزیستورها، حسگرها، و قطعات الکترومکانیکی از مواردی است که دانشجویان در این رشته با آن مواجه خواهند شد که خوشبختانه با توجه به وجود آزمایشگاه‌های متعدد در دانشگاه تهران امکان آشنایی ملموس و نزدیک با این بخش را خواهند داشت. نقطه قوت دیگر در رشته افزاره، مباحث مربوط به بیوالکترونیک و مخصوصاً نانوبیوالکترونیک است که با معرفی روش‌های جدید در تشخیص و درمان بیماری‌های صعب‌العلاج، اهمیت روزافزونی یافته است.

حوزه‌های تحقیقاتی فعال در این رشته در دانشگاه تهران عبارتند از ساخت انواع ادوات نیمه‌هادی از جمله حسگرها، ادوات بیوالکترونیک، نانوبیوالکترونیک، باتری‌ها و ذخیره‌سازهای انرژی، سلول‌های خورشیدی، ریزسیالات (میکروفلوئیدیک)، میکروالکترومکانیک، و

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

برنامه حاضر برای مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق - افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک تهیه شده است. این رشته به طور متوسط برای دو سال تحصیلی (چهار نیم سال) طراحی شده و هر نیم سال مشتمل بر ۱۶ هفته آموزشی است. برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت آموزش در نظر گرفته شده است. دانشجویان در این برنامه باید ۱۱ واحد آموزشی از دروس تخصصی-۱ را که موضوعات پایه‌ای و اساسی در رشته محسوب می‌شوند با موفقیت بگذرانند. در راستای کمک به انجام پایان‌نامه، با تأیید استاد راهنما دانشجویان باید نسبت به اخذ حداقل ۶ واحد از دروس تخصصی-۲ و حداکثر ۶ واحد از دروس اختیاری اقدام نمایند. تعداد ۶ واحد نیز برای پایان‌نامه کارشناسی ارشد و در نتیجه تعداد کل ۲۹ واحد برای دانش‌آموختگی در نظر گرفته شده است.

پ) ضرورت و اهمیت

هدف اصلی در این رشته تربیت مهندسانی است که توانایی درک، تحلیل، طراحی، و ساخت ادوات و قطعات الکترونیک پیشرفته و مدرن را پیدا کرده و علاوه بر آن کار با انواع نرم‌افزارهای شبیه‌سازی در این حوزه را آموخته باشند. به جرات می‌توان گفت هیچ فن آوری مهمی در دنیا وجود ندارد که نیازمند قطعات و مدارات الکترونیک نباشد. به نظر می‌آید که

کارشناسی ارشد مهندسی برق - افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک / ۵

حوزه کاربرد ادوات و افزاره‌های الکترونیک هر روزه در زندگی بشر گسترده‌تر شده و طبیعتاً آشنایی با آن اهمیت بالاتری پیدا خواهد کرد. سلول‌های خورشیدی، ادوات انرژی، ترانزیستورها، حسگرهای نیمه هادی، و خلاصه بخش بزرگی از ابزارهای مورد استفاده روزمره ما محصول پژوهش‌های انجام شده در این رشته هستند.

جدول (۱) - توزیع واحدها

تعداد واحد	نوع دروس
حداکثر ۳ واحد	دروس جبرانی(*)
۰	دروس عمومی
۰	دروس پایه
۱۱ واحد	دروس تخصصی الزامی-۱
حداقل ۶ حداکثر ۹ واحد	دروس تخصصی الزامی-۲
حداقل ۳ حداکثر ۶ واحد	دروس تخصصی اختیاری
۶ واحد	پایان نامه
۲۹	جمع

(*) در صورت غیرمرتبط بودن رشته مقطع قبلی دانشجو، گذراندن حداکثر ۳ واحد جبرانی با انتخاب گروه آموزشی لازم است.

تبصره: دانشجویانی که گرایش مقطع قبلی آنان با این گرایش غیرمرتبط می‌باشد بایستی تا ۳ واحد را به عنوان دروس چبرانی از میان دروس دوره قبل این رشته در نیمسال اول تا دوم بگذرانند. انتخاب این دروس به تشخیص گروه آموزشی است و شامل دروسی است که دانش پایه و اصلی این رشته را در بر دارد.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

دروس مرتبط	کسب مهارت، شایستگی و توانمندی در زمینه
مکانیک کوانتومی، فیزیک حالت جامد پیشرفته، شبیه‌سازی افزاره‌های نیم‌رسانا، انتقال کوانتومی، پدیده انتقال در نیم‌رساناها، افزاره‌های نیم‌رسانا، ذخیره انرژی ۱	حوزه نظری افزاره
تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های ذخیره انرژی ۱، افزاره‌های ذخیره انرژی ۲، سلول خورشیدی، مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا	افزاره‌های انرژی
مکانیک کوانتومی، یکی از دو درس افزاره‌های نیم‌رسانا یا فیزیک حالت جامد پیشرفته، نانوبیوالکترونیک، الکترونیک سرطان، زیست حسگرها. همچنین از دانشکده پزشکی دروس بیوشیمی، فیزیولوژی، و آناتومی توصیه می‌شود.	نانوبیوالکترونیک
تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا، افزاره‌های نیم‌رسانا، مکانیک کوانتومی، حسگرهای نیم‌رسانا، نانو تکنولوژی و نانوالکترونیک، مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا، فیزیک حالت جامد پیشرفته	نانوالکترونیک
دروس مرتبط	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی
روش تحقیق ۱ و ۲	آشنایی با روش‌های تحقیق و ارائه مستندات

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد.

چ) عناوین دروس امتحانی جهت ورود به مقطع کارشناسی ارشد و ضرایب

عناوین دروس امتحانی و ضرایب مربوطه در آزمون ورودی، توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مشخص می‌شود و دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر تابع آن خواهد بود.

<p>عناوین دروس امتحانی : ۱- زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)، ۲- ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی، آمار و احتمال)، ۳- مدارهای الکتریکی (۱ و ۲)، ۴- الکترونیک (۱ و ۲) و سیستمهای دیجیتال ۱، ۵- ماشینهای الکتریکی (۱ و ۲) و تحلیل سیستمهای انرژی الکتریکی ۱، ۶- سیستمهای کنترل خطی، ۷- سیگنالها و سیستمها، ۸- الکترومغناطیس.</p>										
ضرایب دروس امتحانی به ترتیب دروس (از راست به چپ)								کد ضریب	گرایش	رشته
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱			
۲	۲	۱	۱	۴	۳	۳	۲	۱	افزاره‌های میکرو و نانوالکترونیک	مهندسی برق

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱) - عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

هم‌نیاز	پیش‌نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد (۳-۱) (واحد)	عنوان درس	ردیف
		عملی	نظری	نظری- عملی	عملی	نظری			
-	-	۰	۴۸			*	۳	الکترونیک ۲	۰.۱
-	-	۰	۴۸			*	۳	فیزیک الکترونیک	۰.۲
-	-	۰	۴۸			*	۳	الکترونیک ۳	۰.۳

- به تشخیص گروه آموزشی، دانشجویان باید نسبت به گذراندن دروس از جدول بالا به عنوان واحدهای جبرانی مطابق مقررات آموزشی دانشگاه اقدام نمایند.

جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی-۱*

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش‌نیاز	هم‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا	۳	*			۴۸	۰	-	-
۲.	مکانیک کوانتومی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۳.	افزاره‌های نیم‌رسانا	۳	*			۴۸	۰	-	-
۴.	روش تحقیق ۱	۱	*			۱۶	۰	-	-
۵.	روش تحقیق ۲	۱	*			۱۶	۰	-	-

* گذراندن تمام دروس تخصصی-۱ برای دانشجویان الزامی است.

جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی - ۲*

هم‌نیاز	پیش‌نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد (۳-۱) (واحد)	عنوان درس	ردیف
		عملی	نظری	نظری- عملی	عملی	نظری			
-	-	۰	۴۸			*	۳	نانو تکنولوژی و نانو الکترونیک	۱.
-	-	۰	۴۸			*	۳	شبیه سازی افزارهای نیم رسانا	۲.
-	-	۰	۴۸			*	۳	فیزیک حالت جامد پیشرفته	۳.

* دانشجویان می‌بایست با تایید استاد راهنما حداقل دو درس و حداکثر سه درس از جدول بالا را بگذرانند.

جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		هم‌نیاز	پیش‌نیاز
			نظری	عملی	نظری-عملی	نظری	عملی		
۱.	مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا	۳	*			۴۸	۰	-	-
۲.	حسگرهای نیم‌رسانا	۳	*			۴۸	۰	-	-
۳.	نانوبیوالکترونیک	۳	*			۴۸	۰	-	-
۴.	الکترونیک سرطان	۳	*			۴۸	۰	-	-
۵.	انتقال کوانتومی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۶.	پدیده انتقال در نیم‌رساناها	۳	*			۴۸	۰	-	-
۷.	افزاره‌های ذخیره انرژی ۱	۳	*			۴۸	۰	-	-
۸.	افزاره‌های ذخیره انرژی ۲	۳	*			۴۸	۰	-	-
۹.	سلول خورشیدی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۰.	محاسبات کوانتومی	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۱.	سامانه‌های الکترومکانیکی ریز و بسیار ریز	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۲.	الکترونیک نوری	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۳.	زیست حسگرها	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۴.	مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۵.	مدارهای مجتمع خطی (CMOS)	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۶.	مباحث ویژه در الکترونیک	۳	*			۴۸	۰	-	-
۱۷.	دروس تخصصی سایر رشته‌ها	۳	*			۴۸	۰	-	-

- دانشجویان می‌بایست با تایید استاد راهنما حداقل یک درس و حداکثر دو درس از جدول بالا را بگذرانند.

- دانشجویان به تشخیص استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی می‌توانند حداکثر دو درس اختیاری خود را از میان دروس تخصصی سایر رشته‌های تحصیلات تکمیلی اخذ نمایند.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		Theory and Technology of Device Fabrication	
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس پیش‌نیاز:	
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:	
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس ارائه اطلاعات پایه‌ای از فیزیک افزاره‌های نیم‌رسانا و پروسه‌های ساخت انواع قطعات نیم‌رسانا مانند اکسیداسیون و یفرهای سیلیکونی و آلایش آنها، و ایجاد توانایی طراحی و ساخت پروسه‌های پیچیده برای ساخت مدارهای مجتمع الکترونیکی می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. روشهای ساخت را برای ایجاد پروسه‌های پیچیده برای ساخت افزاره‌های کاربردی و مدارهای الکترونیک (برای مثال ساخت ترانزیستور، سلول خورشیدی و ...) با هم ادغام نمایند.
۲. افزاره‌های خاص را در میان انتخاب‌های متفاوت در دسترس انتخاب نمایند.
۳. روشهای ساخت مختلف را با هم مقایسه نمایند.
۴. پروسه تکنولوژی ساخت قطعات و مدارهای نانو-میکرو الکترونیک را شرح دهند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با پروسه ساخت قطعات میکروالکترونیک
۲. تکنولوژی ساخت ترانزیستورهای اثرمیدان در یک نگاه
۳. روشهای ساخت و یفرهای سیلیکونی و Epitaxy
۴. اتاق تمیز، تمیزکاری و یفر و پروسه Gettering
۵. لیتوگرافی نوری
۶. اکسیدهای حرارتی
۷. پروسه‌های گرمادهی
۸. نفوذ
۹. کاشت یونی
۱۰. لایه نشانی بخار شیمیایی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۶ سری تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۶۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۴۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Plummer, M. Deal, Griffin , P. Deal, Griffin, Silicon VLSI Technology. Fundamentals, Models and Computer Simulations, Prentice Hall, 2000.
2. Henry Radamson, Lars Thylen, Monolithic Nanoscale Photonics-Electronics Integration in Silicon and Other Group IV Elements, Elsevier, 2014.
3. Dieter. K. Schroder , Semiconductor Material and Device Characterization, John Wiley sons Inc, 1998.

عنوان درس به فارسی: مکانیک کوانتومی		عنوان درس به انگلیسی: Quantum Mechanics	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد: ۳
اختیاری <input type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	تعداد ساعت: ۴۸		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم اصلی مکانیک کوانتومی، روش‌ها، ارائه مثالهای ساده و کاربردها

ب) اهداف ویژه:

۱. درک دوگانگی رفتار ذره و موج
۲. یادگیری استفاده از روش‌های تقریب در مکانیک کوانتومی
۳. درک رفتار کوانتومی الکترون‌ها در شبکه‌های بلوری
۴. آشنایی با سیستم‌های بس ذره‌ای و آمار کوانتومی و کوانتش دوم

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معادله موج شرودینگر وابسته و مستقل از زمان
۲. نوسان گر هارمونیک
۳. عملگرها و حالت‌های ویژه در مکانیک کوانتومی
۴. عملگر ممان زاویه‌ای در مکانیک کوانتومی
۵. ذرات در میدان‌های پتانسیل متقارن کروی و اتم هیدروژن
۶. روش‌های تقریب در مکانیک کوانتومی و نظریه اختلال
۷. نظریه نوارهای انرژی الکترون‌ها در بلورها
۸. اسپین الکترون و ماتریس‌های پاولی
۹. سیستم‌های بس ذره‌ای، فرمیون‌ها و بوزون‌ها و آمار کوانتومی
۱۰. حالات خالص و مختلط و ماتریس‌های چگالی
۱۱. عملگرهای خلق و فنا و عملگرهای میدان و کوانتش نوع دوم
۱۲. کوانتیزه شدن امواج الکترومغناطیسی و گسیل خود بخودی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۳۵ درصد
- آزمون‌های میان و پایان نیم سال ۶۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

1. D D. Miller, Quantum Mechanics for Scientists and Engineers, Cambridge University Press, 2008.
2. W. Greiner, Quantum Mechanics: An Introduction, Springer, 2001.
3. D.J. Griffiths, D. F. Schroeter, Introduction to Quantum Mechanics, Plenum Press, 2008.
4. A.F.J. Levi, Applied Quantum Mechanics, Cambridge University Press, 2012.

عنوان درس به فارسی:		افزاره‌های نیم‌رسانا	
عنوان درس به انگلیسی:		Solid State Devices	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس پیش‌نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			دروس هم‌نیاز:
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس ارائه اطلاعات تخصصی از فیزیک نیم‌رسانا و به کارگیری مباحث مطرح شده در توجیه و تفسیر خروجی‌های افزاره‌های نیم‌رسانا است. این دانش به دانشجویان در راستای تجزیه و تحلیل و طراحی و ساخت افزاره‌ها جهت مدارهای مجتمع الکترونیکی کمک شایانی می‌کند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فیزیک نیم‌رساناها
۲. آشنایی با افزاره‌های اثر میدان
۳. آشنایی با افزاره‌های بر پایه ساختارهای ناهمگون
۴. آشنایی با افزاره‌های خاص سرعت بالا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مرور فیزیک کوانتوم و فیزیک آماری
۲. مروری بر فیزیک مواد نیم‌رسانا
۳. پیوندهای p-n همگون و ناهمگون
۴. پیوندهای تونلی و سازو کار تونل زنی
۵. پیوند شاتکی
۶. ترازبستورهای دوقطبی همگون
۷. ترازبستورهای دوقطبی ناهمگون
۸. ساختارهای دو پایانه ای، سه پایانه ای MOS، ترانزیستور اثر میدانی MOS
۹. آثار کانال کوتاه در ترانزیستور اثر میدانی MOS
۱۰. افزاره‌های سرعت بالا و مدرن: Finfet

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. یانیس.پی. تسیویدیس، ترجمه مرتضی فتحی، عملکرد و مدل سازی ترانزیستور MOS، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

2. S.M. Sze, , K. K. Ng, Physics of Semiconductor Device, J. Wiley, 2006.
3. Y. Taur, T. H. Ning Fundamentals Of Modern VLSI Devices, Cambridge University Press, 2009.
4. S.M. Sze, and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:		روش تحقیق - ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Research Methodology_S1	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input type="checkbox"/>	۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.
۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

اهداف ویژه:

در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:

۱. حوزه تحقیقاتی مورد علاقه خود را انتخاب کرده و منابع مرتبط را بازیابی و ارزیابی نمایند.
 ۲. در حوزه تحقیقاتی فوق، مسائل باز تحقیقاتی را شناسایی و حل مسئله را آغاز کنند.
 ۳. یک مقاله را خوب و موثر مطالعه کنند.
- مهارت های مقدماتی نوشتن نتایج تحقیق را در قالب مقاله فرا گیرند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.
۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها را بازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد

- مقاله نویسی
- گزارش نویسی
- یافتن مسئله پژوهش
- شرکت در کارگاه ها
- شرکت در جلسات دفاع
- آزمون های متعدد در طول ترم از هر مبحث ۳۰ درصد.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. D. James, Jr. Lester, Writing Research Papers, A Complete Guide, Pearson Education, 2015.
5. J.W. Creswell, J. D. Creswell, Research, Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, SAGE Publications, 2018

عنوان درس به فارسی:		روش تحقیق - ۲	
عنوان درس به انگلیسی:		Research Methodology_S2	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> / پایه <input type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> / تخصصی <input checked="" type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> / اختیاری <input type="checkbox"/>		۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۱۶	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

اهداف ویژه:

در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:

۱. یک پروپوزال تحقیقاتی بنویسند.
۲. یک گزارش مرور روشمند ادبیات تحقیق بنویسند و با روش های ارزیابی تحقیق آشنا شوند.
۳. ارائه شفاهی موثر انجام دهند(انگلیسی و فارسی).
۴. آخرین ابزارهای حوزه مرتبط با درس را بشناسند.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها را بازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰ درصد

- ✓ پروپوزال دوره ارشد
- ✓ ارائه های مختلف شفاهی دو زبانه
- ✓ مرور سیستماتیک ادبیات
- ✓ شرکت در کارگاه ها
- ✓ شرکت در جلسات دفاع

آزمون های متعدد در طول ترم از هر مبحث ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. D. James, Jr. Lester, Writing Research Papers, A Complete Guide, Pearson Education, 2015.
5. JW. Creswell, J. D. Creswell, Research, Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches, SAGE Publications, 2018

عنوان درس به فارسی: نانو تکنولوژی و نانوالکترونیک		عنوان درس به انگلیسی: Nano-Electronics and Nano-technology	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	دروس پیش نیاز:
	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:
			تعداد واحد: ۳
			تعداد ساعت: ۴۸

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با فیزیک و جنبه‌های تکنولوژیک نانو ساختارهاست. توجه ویژه ای به نانولوله‌های کربنی، گرافن و نانونوارهای کربنی خواهد شد. همچنین جنبه‌های تکنولوژی مدارهای نانوالکترونیک امروزی مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت ارائه خواهد شد. در نهایت نگاه مختصری به الکترونیک مولکولی و کوانتوم دات‌ها و نانو سیم‌های سیلیکونی خواهیم داشت.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند دانش مربوط به:

۱. فرآیندهای پیچیده و خاص در ساخت مواد و افزاره‌ها در ابعاد نانو
۲. افزاره‌های نانو الکترونیک شامل کوانتم دات‌ها؛ افزاره‌های یک بعدی و دو بعدی
۳. فیزیک مربوط به افزاره‌های در مقیاس نانو و بخصوص بررسی گرافن و نانو نوارهای کربنی
۴. الکترونیک مولکولی و تخمین هاگل را کسب خواهند کرد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فرآیند ساخت افزاره‌های نیم رسانا: مروری بر مراحل ساخت مدارهای مجتمع
۲. آشنایی با فرآیندهای ساخت نانو: فرآیندهای بالا به پایین و پایین به بالا
۳. ابزار مشخصه‌یابی: میکروسکوپ نیروی اتمی، میکروسکوپ الکترونی، میکروسکوپ تونل زنی و میکروسکوپ نوری
۴. تئوری تونل زنی در میکروسکوپ الکترونی روبشی (مدل باردین)
۵. تئوری Tight-Binding: مدل‌های نانولوله‌های کربنی و ساختارهای گرافنی
۶. نانو سیم/ دات‌های کوانتومی: فیزیک عملکرد کوانتوم دات، تشدید تونل زنی، انتقال، رساناهای کوانتومی
۷. الکترونیک مولکولی: آشنایی با اوربیتالهای مولکولی هوگل، شکاف‌های انرژی HOMO, LUMO، افزاره و سوئیچ‌های مولکولی
۸. ترانزیستورهای بالستیک: انتقال در افزاره‌های بالستیک، اشباع سرعت

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- دو تا سه تمرین برای تسلط بر مفاهیم و مطالب
- ارائه حضوری به صورت اختیاری (در صورت وجود زمان)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۴۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

1. Charles P. Poole, Frank J. Owens, Introduction to Nanotechnology, Wiley, 2003.
2. Carbon Nanotubes, S. Reich, C. Thomsen, J. Mauitzsch, Wiley-VCH, 2003.
3. C. Dupas, P. Houdy, M. Lahmani, Nanoscience, Nanotechnologies and Nanophysics, Springer, 2004.
4. Ashcraft, Mermin, Solid State Physics, 2011.

عنوان درس به فارسی:		شبیه‌سازی افزاره‌های نیم‌رسانا	
عنوان درس به انگلیسی:		Semiconductor Device Simulation	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس پیش‌نیاز:
تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			دروس هم‌نیاز:
اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های عددی حل معادلات حاکم بر افزاره‌های نیم‌رسانا

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با معادلات نفوذ و رانش، هیدرودینامیک و بولتزمن برای انتقال الکترون‌ها
۲. مدل‌سازی پارامترها و ضرایب مورد معادلات انتقال
۳. یادگیری روش‌های حل عددی معادلات انتقال و تحلیل پایداری آن‌ها
۴. مدل‌های پیشرفته افزاره‌های نیم‌رسانا

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معادلات دیفرانسیل سهموی، بیضوی، هذلولی
۲. روش‌های حل دسته معادلات خطی و غیر خطی و روش نیوتن
۳. روش‌های گسسته‌سازی تفاضل محدود و حجم محدود
۴. شبیه‌سازی‌های دو بعدی و سلول بندی با شبکه‌های بدون ساختار
۵. دقت گسسته‌سازی فضایی و آنالیز پایداری گسسته‌سازی زمانی
۶. معادلات پیوستگی، نفوذ و رانش و پواسون و شرایط مرزی
۷. حل عددی معادلات انتقال و روش شارفتر-گومل
۸. مدل‌سازی قابلیت تحرک حامل‌ها با لحاظ اثرات فونون، ناخالصی‌های یونیزه، سطح و مرز و گرم شدن حامل‌ها
۹. مدل‌سازی نرخ تولید و باز ترکیب با فوتون و فونون، اوژه، شاکلی-رید-هال، یونیزاسیون ضربه ای
۱۰. مدل‌سازی دیود، ترانزیستورهای دو قطبی و اثر میدانی
۱۱. تابع توزیع، معادله بولتزمن و ممان‌ها آن، معادلات هیدرودینامیک
۱۲. روش مونت کارلو، اشباع سرعت و الکترون‌های داغ

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۵ درصد
- آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال ۶۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

1. K.M. Kramer , W.N.G. Hitchon, Semiconductor Devices: A Simulation Approach, Prentice Hall, 1997.
2. S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices, Springer, 1984.
3. C. Jungemann, B. Meinerzhagen, B. Meinzerhagen, Hierarchical Device Simulation, Springer, 2003.
4. M. Lundstrom, Fundamentals of Carrier Transport, Cambridge University Press, 2000.

عنوان درس به فارسی: فیزیک حالت جامد پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Solid-State Physics	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تعداد واحد: ۳	تعداد ساعت: ۴۸
دروس پیش نیاز:	تخصصی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		
دروس هم نیاز:	اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
	رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم اصلی و روش‌های تحلیل رفتار الکترون‌ها در بلورهای جامد با تمرکز روی نیم‌رساناها

ب) اهداف ویژه:

۱. درک خواص الکترون و فونون در بلورهای کریستالی
۲. توصیف دینامیک و توزیع الکترون‌ها در افزاره‌های نیم‌رسانا با استفاده از معادلات انتقال
۳. آشنایی و تحلیل خواص نانو ساختارها
۴. درک فرآیندهای جذب و گسیل نوری در بلورها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. گاز الکترونی در یک، دو و سه بعد
۲. شبکه‌های بلوری و شبکه وارون
۳. حالات الکترون در مولکول‌ها و جامدات
۴. نوارهای انرژی و دینامیک الکترون در بلورها
۵. فونون‌ها در شبکه‌های بلوری و ظرفیت حرارتی شبکه
۶. مکانیزم‌های پراکندگی الکترون در نیم‌رساناها (فونون‌ها و ناخالصی‌های باردار)
۷. معادله انتقال بولتزمان و ممان‌های آن
۸. تقریب زمان واهلش و قابلیت تحرک
۹. اثر پلتیر و سیبک و افزاره‌های ترموالکترونیک
۱۰. انتقال بالستیک الکترون‌ها در افزاره‌های نیم‌رسانا
۱۱. نانو ساختارها و اثرات کوانتومی بر خواص الکترون‌ها در این ساختارها
۱۲. فرآیندهای نوری در بلورها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۳۵ درصد
آزمون‌های میان و پایان نیم سال ۶۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

1. C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, 2004.
2. N.W. Ashcroft , N.D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, 1976.
3. M. Razeghi, Fundamentals of Solid-State Engineering, Springer, 2009.
4. J.D. Patterson , B.C. Bail, Solid-State Physics: Introduction to the Theory, Springer, 2018.

عنوان درس به فارسی: مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های نیم‌رسانا			
نوع درس و واحد	Semiconductor Material and Device Characterization	عنوان درس به انگلیسی:	
نظری <input checked="" type="checkbox"/> پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش‌نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/> تخصصی <input type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/> اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- در این درس، بررسی عمیقی از انواع روشهای مشخصه‌یابی که برای افزاره‌های نیم‌رسانا مورد استفاده قرار می‌گیرد ارائه می‌شود. روشهای الکتریکی و فیزیکی و همچنین روشهای تجربی در کار با ابزار پیچیده توضیح داده خواهد شد. به دلیل اهمیت روشهای بر پایه الکترون و اشعه ایکس، مفاهیم فیزیکی و بنیادی در این تکنیک‌ها ارائه خواهند شد. همچنین روابط کوانتومی برای طیف سنجی رامان برای فهم بهتر سیگنال‌های رامان ارائه خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند، دانش مربوط به:

۱. تکنیک‌های مختلف مشخصه‌یابی شامل اندازه‌گیری‌های الکتریکی و طیف‌سنجی‌های حوزه زمان
۲. میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) و آنالیز XRD و آنالیز با رزولوشن بالای آن
۳. میکروسکوپ الکترونی و نحوه عملکرد TEM
۴. طیف‌سنجی رامان و تئوری کوانتومی مربوط به آن را بدست خواهند آورد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روشهای مشخصه‌یابی الکتریکی شامل اندازه‌گیری مقاومت و خازن
۲. اندازه‌گیری چهار سوزنی (Four Point Probe)
۳. مشخصه‌یابی خازن MOS و ترانزیستورهای اثرمیدان
۴. طیف‌سنجی عمیق ترازهای تله یه کمک رفتار گذرای خازنی
۵. طیف‌سنجی پروب روبشی با تاکید بر AFM، STM، و پروب کلونین
۶. کریستالوگرافی با اشعه ایکس شامل روشهای XRD، SAXS و DCD
۷. میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و الگوهای پراش الکترونی
۸. طیف‌سنجی رامان با نگاه به برهم‌کنش فوتون-فونون، قطبیت پذیری مولکول‌ها
۹. مشخصه‌یابی الکتروشیمیایی: ولتامتری چرخه ای، EIS

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۲ تا ۳ سری تمرین برای تسلط بر سرفصل مطالب
- یک ارائه به صورت اختیاری

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, J. Wiley , 2015.
2. D. Williams, C. Carter, Transmission Electron Microscopy Plenum press, 2009.
3. Simon M. Sze, Yiming Li, Kwok K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, J. Wiley, 2021.
4. Ashcraft and Mermin, Solid State Physics, 2011.

عنوان درس به فارسی:		حسگرهای نیم‌رسانا	
عنوان درس به انگلیسی:		Semiconductor Sensors	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با فرآیند ساخت مدارهای مجتمع، آشنایی با انواع فرآیندهای ساخت مخصوصاً با استفاده از فناوری MEMS، فهم فیزیک پلاسما در فرآیندهای ساخت، آشنایی با حسگرهای مختلف و نحوه عملکرد آنها شامل حسگرهای مکانیکی، مغناطیسی، نوری، حرارتی، تشعشعی، هسته‌ای، شیمیایی و بیولوژیکی است.

ب) اهداف ویژه:

۱. کسب دانش فرآیندهای پیچیده ساخت افزاره و حسگرها
۲. کسب دانش در زمینه ساخت محرکه‌ها و مبدل‌های ریزماشینکاری
۳. آشنایی با ساختارهای آشکارسازهای نوری و مادون قرمز منظم آرایه‌ای
۴. آشنایی با فرآیند پلاسما سرد و فیزیک مربوط به آن

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فرآیندهای ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا
۲. آشنایی با فرآیندهای ساخت افزاره‌های MEMS
۳. فیزیک پلاسما
۴. حسگرهای مکانیکی و محرکه‌ها
۵. حسگرهای حرارتی و اندازه‌گیر جریان (flow-meter)
۶. حسگرهای نوری، حسگر مادون قرمز، CCDها
۷. حسگرهای تشعشعی و هسته‌ای
۸. حسگرهای شیمیایی، حسگر گاز
۹. مقدمه‌ای بر حسگرهای بیولوژیکی و ساختارهای آن

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- دو تا سه سری تمرین برای تسلط بر مفاهیم مطرح شده
- یک ارائه به صورت اختیاری

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Simon M. Sze, Yiming Li, Kwok K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, J. Wiley, 2021.
2. M.A. Lieberman and A.J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Material processing, John Wiley, 2005.
3. Sami Franssila , Introduction to Micro-Fabrications, John Wiley, 2010.

عنوان درس به فارسی:		نانوبیوالکترونیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Nano bioelectronics	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش‌نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با مفهوم نانوبیوالکترونیک است که به معنی ترکیب عناصر بیولوژیکی با الکترونیک است. در این درس آموخته می‌شود که با الهام از سیگنال‌های بیولوژیکی می‌توانیم شناخت بهتری نسبت به جمع‌آوری داده‌ها و دستکاری موثرتری بر سلول‌ها و مولکول‌های زیستی داشته باشیم و در نهایت پیوندی بین زیست‌شناسی و الکترونیک برقرار کنیم. هدف نانوبیوالکترونیک ساخت افزاره‌های الکترونیکی نانو ساختار به منظور تشخیص بیماری، درمان و دارورسانی و مهندسی فرایندهاست.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم زیستی و پیوند بین مهندسی الکترونیک با علم زیست‌شناسی
۲. آشنایی با حوزه نانوبیوالکترونیک بر پایه DNA
۳. آشنایی با حوزه نانو بیوالکترونیک بر پایه پروتئین
۴. آشنایی با حوزه نانو بیوالکترونیک بر پایه سلول

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر نانو بیوالکترونیک
۲. نانو بیوالکترونیک بر پایه DNA: توانایی DNA در هدایت جریان، مروری بر مباحث تونل زنی کوانتومی، فوتون و الکترون، hopping و ترازهای HOMO و LUMO، نانو افزایه‌های تشخیصی بر پایه DNA، نانو ساختارهای DNA functionalized
۳. نانو بیوالکترونیک بر پایه سلول: مناطق الکتریکی از سلول بیوالکترونیک، غشای سلولی و سیتواسکلتون، تشخیص بیماری بر اساس الکترود اختلال الکتریکی سلولی، نانوبیوسنسورهای الکتریکی برای تشخیص سلول و درمان
۴. سیستم‌های تشخیصی الکتروشیمیایی CV و EIS برای تشخیص سرطان بصورت in-vitro و in-vivo و نقش نانو ساختارهای فعال الکتریکی در آن
۵. ترجمه بیوالکترونیک از ساز ROS توسط سلول‌های سرطانی
۶. برهمکنش پتانسیل الکتروستاتیک جهت ایجاد تغیی در متابولیسم سلول‌های سرطانی و میزان برهمکنش رگ‌های خونی و لنفاوی با بافت مجاور، مدالیته جدید در درمان
۷. پدیده الکترو پوریشن و چگونگی بکارگیری آن در دارو رسانی انتخابگرایانه به بافت‌های سرطانی
۸. پدیده CELLEX و تفاوت زمان دی‌پلاریزاسیون الکتریکی بین سلول‌های متاستاتیک و غیر متاستاتیک سرطانی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه سمینار در خصوص یکی از موضوعات جدید در این حوزه و تشریح آن و بررسی مقالات روز مرتبط به آن

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۵۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مقالات و پتنت‌های استاد درس

2. A. Offenhäuser, R. Rinaldi ,Nanobioelectronics - for Electronics, Biology, and Medicine, Springer New York, 2009.
3. I. Willner, E. Katz Bioelectronics: From Theory to Applications, Wiley. 2006.
4. Q. Liu, P. Wang ,Cell-based Biosensors: Principles and Applications, Artech House. 2009.
5. R. Pethig, S. Smith ,Introductory Bioelectronics: For Engineers and Physical Scientists, Wiley, 2012.

عنوان درس به فارسی: الکترونیک سرطان		عنوان درس به انگلیسی: Cancer Electronics	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با فانکشن الکتریکی سلول‌های سرطانی و روش‌های شناسایی و پردازش آن‌ها با هدف استفاده در تشخیص و درمان سرطان است که بر مبنای Electrotechnical Onco-Surgery و Electrotechnical Onco-Diagnosis استوار است. فناوری‌های پیشرفته‌ای مثل ECT، IRE و پدیده CELLEX، Metaschip و Signed Transduction در سلول‌های سالم و سرطانی و نگاه پایه بیوالکترونیک به تومورهای جامد کارسینومی.

ب) اهداف ویژه:

۱. بررسی امیدانسی سلول‌های سرطانی در فرکانس‌های مختلف
۲. متدهای تشخیص کلینیکی سرطان به کمک الکترومیکس، متدهای درمان سرطان (IRE, ECT) و کمک الکترونیکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تشخیص الکتریکی گره لفاوی سرطانی (Metas Chip)
۲. پدیده و تفاوت آن بین سلول primary و متاستاتیک سرطان (CELLEX)
۳. پاسخ GHz مولکول‌های آب سلول‌های سالم و سرطانی با هدف تشخیص سرطان (GHz Response)
۴. پدیده electro taxis سلول‌های سرطانی در میدان‌های DC و کم فرکانس (Electro taxis)
۵. آشنایی با فناوری پروب تشخیص مارجین‌های سرطانی و گره‌های لفاوی (CDP, ELS)
۶. تاثیر بار الکترواستاتیک مثبت در ایجاد و اختلال در متابولیسم سلول‌های سرطانی و دارورسانی (PECT)
۷. رویکردهای الکتروشیمیایی در حوزه بیولوژی سرطان
۸. رویکردهای الکتروشیمیایی در حوزه درمان سرطان
۹. رویکرد مگنتوفوریتیک در حوزه درمان سرطان
۱۰. پدیده الکتروپوریشن و تاثیر آن در درمان سرطان با و بدون کمک داروی شیمی درمانی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ارائه سمینار در خصوص یکی از موضوعات جدید در این حوزه و تشریح آن و بررسی مقالات روز مرتبط به آن

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مقالات و پتنت‌های استاد درس

2. R. KhanB , Biosensor Based Advanced Cancer Diagnostics, Elsevier , 2021.
3. Raji Sundararajan, Electroporation-Based Therapies for Cancer, Elsevier, 2014.
4. Saldier, Electrical Properties of Tissues, Springer, 2022.

انتقال کوانتومی		عنوان درس به فارسی:	
Quantum Transport		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		دروس پیش نیاز:	
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس هم‌نیاز:	
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> اختیاری		تعداد واحد:	۳
رساله / پایان‌نامه		تعداد ساعت:	۴۸

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- درک ارتباط قانون اهم و عملکرد افزاره‌های نیم‌رسانا با رفتار کوانتومی الکترون‌ها در مقیاس اتمی

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با پدیده انتقال الکترون‌ها در مقیاس اتمی و سیستم‌های کوانتومی باز
۲. درک به اثرات کوانتومی و کوانتیزه شدن رسانایی در عملکرد افزاره‌های نانوالکترونیک
۳. آشنایی و یادگیری نحوه مدل سازی افزاره‌های نانوالکترونیک با استفاده از توابع گرین

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روش‌های عددی حل معادله شرودینگر
۲. ترکیب خطی اربیتال‌های اتمی و حالات الکترونی در مولکول‌ها
۳. روش تنگ بست و نوار انرژی الکترون‌ها در شبکه‌های بلوری
۴. معادله دیراک و اسپین الکترون و بر همکنش اسپین-مدار
۵. زیر نوارهای انرژی و چگالی حالات در ساختارهای صفر، یک و دو بعدی
۶. کوانتیزه شدن رسانایی، مقاومت اتصال و مقاومت اهمی
۷. سیستم‌های کوانتومی باز و ماتریس چگالی
۸. پهن شدگی حالات و عدم قطعیت انرژی زمان
۹. توابع گرین و ارتباط مشاهده پذیرها با این توابع
۱۰. انتقال همدوس و رابطه لاندائور-بوتیکر
۱۱. انتقال نا همدوس و خود انرژی برای مدل سازی بر همکنش‌ها
۱۲. تجزیه و تحلیل افزاره‌های نانو با استفاده از توابع گرین

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۳۵ درصد |
| آزمون‌های میان و پایان نیم سال | ۶۵ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. Datta, Quantum Transport: From Atoms to Transistors, Cambridge University Press, 2005.
2. M. Pourfath, The Non-Equilibrium Green's Function Method for Nanoscale Device Simulation, Springer, 2014.
3. S. Datta, Lessons from Nanoelectronics: A New Perspective on Transport, World Scientific, 2012.
4. S. Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems, Cambridge University Press, 1995.

عنوان درس به فارسی:		پدیده انتقال در نیم رساناها	
عنوان درس به انگلیسی:		Transport Phenomena in Semiconductors	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>		
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>		
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>		
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>			
		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- تحلیل و آشنایی با عوامل مؤثر بر دینامیک الکترون‌ها در نیم‌رساناها و کاربرد آن برای درک رفتار افزارهای مختلف نیم رسانا

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مکانیزم‌های مختلف پراکندگی در نیم‌رساناها
۲. محاسبه قابلیت تحرک و رسانایی در نیم‌رساناها
۳. یادگیری روش‌های مختلف حل معادله انتقال بولتزمن
۴. درک و تحلیل رفتار الکترون‌ها در میدان‌های الکتریکی ضعیف و قوی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. الکترون و فونون‌ها در شبکه‌های کریستالی
۲. پراکندگی الکترون با فونون‌های صوتی، نوری و نوری قطبی
۳. پراکندگی الکترون با ناخالصی‌های یونیزه و برهم‌کنش الکترون-الکترون
۴. مکانیک آماری و تابع توزیع در حالت تعادل
۵. معادله بولتزمن برای تابع توزیع در حالت غیر تعادل
۶. حل آنالیتیک معادله بولتزمن برای مسائل ساده
۷. روش ممان‌های تابع توزیع و استخراج معادلات هیدرودینامیک و رانش و نفوذ
۸. روش مونت کارلو برای حل عددی معادله بولتزمن
۹. پدیده انتقال در میدان‌های ضعیف: پاسخ خطی و ضرایب انتقال
۱۰. مویلبیتی در میدان‌های ضعیف، اثر هال و اثرات ترموالکتریک
۱۱. پدیده انتقال در میدان‌های قوی: الکترون‌های داغ و اشباع سرعت حاملها
۱۲. انتقال بالستیک و گذار به انتقال کوانتومی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۵ درصد
آزمون‌های میان و پایان نیم‌سال ۶۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

1. M. Lundstrom, Fundamentals of Carrier Transport, Cambridge University Press, 2000.
2. C. Jacoboni, Theory of Electron Transport in Semiconductors, Springer, 2010.
3. M. Lundstrom and C. Jeong, Near-Equilibrium Transport: Fundamentals and Applications, World Scientific, 2013.
4. M. Lundstrom, Fundamentals of Nanotransistors, World Scientific, 2017

عنوان درس به فارسی:		افزاره‌های ذخیره انرژی ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Energy Storage Devices 1	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش‌نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی، (مانند باتری‌های لیتیم یونی، ابرخازن‌ها و پیل‌های سوختی) است. در این میان عمده توجه درس بر روی باتری‌های لیتیم یونی، اصول عملکرد آن‌ها و پارامترهای تعیین‌کننده در کارایی این افزاره‌ها متمرکز شده است. مشخصه‌یابی این افزاره‌ها نیز در دستور کار درس قرار دارد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فیزیک ذخیره‌سازهای انرژی بصورت الکتروشیمیایی
۲. شناسایی محدودیت‌ها، مشکلات پیش رو و فرصت‌های موجود در زمینه افزاره‌های ذخیره‌کننده انرژی، به خصوص باتری‌های لیتیم یونی
۳. آشنایی با مشخصه‌یابی‌های مربوط به این افزاره‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. منابع انرژی
۲. مقدمه‌ای بر باتری‌ها و انواع مواد الکترودی
۳. پارامترهای تعیین‌کننده در کارایی یک باتری
۴. تلفات اهمی
۵. تلفات اکتیواسیون
۶. تلفات تراکم: دیفیوژن در باتری
۷. پروفایل ولتاژ باتری
۸. مقدمه‌ای بر مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: ولتاژتری چرخه‌ای

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۲ تا ۴ سری تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|-----------------|----------|
| تمرین‌ها: | ۲۰~ درصد |
| آزمون میان‌ترم | ۳۵~ درصد |
| آزمون پایان‌ترم | ۴۵~ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bard, Allen J., Faulkner, Larry R., White, Henry S, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2022.

2. John Newman, Karen E. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Electrochemical Society Series, 2020.
3. Peter Atkins, Julio de Paula. W.H. Freeman, Atkin's Physical Chemistry, 2012.
4. F. Torabi, P. Ahmadi, Simulation of Battery Systems, Fundamentals and Applications, Academic Press, Elsevier, 2019.
5. R. A. Huggins, Advanced Batteries: Materials Science Aspects, Springer, 2009.

عنوان درس به فارسی:		افزاره‌های ذخیره انرژی ۲	
عنوان درس به انگلیسی:		Energy Storage Devices 2	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>		دروس پیش‌نیاز:
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>		دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی با ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی، (مانند باتری‌های لیتیم یونی، ابرخازن‌ها و پیل‌های سوختی) است. این درس در ادامه درس افزاره‌های ذخیره انرژی ۱ طراحی شده است. در افزاره‌های ذخیره انرژی ۱ به اصول عملکرد باتری‌های لیتیم یونی پرداخته شده بود. در افزاره‌های ذخیره انرژی ۲، بر روی ابرخازن‌ها و مشخصه‌یابی ذخیره‌سازهای انرژی بحث خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فیزیک ذخیره‌سازهای انرژی بصورت الکتروشیمیایی
۲. شناسایی محدودیت‌ها، مشکلات پیش رو و فرصت‌های موجود در زمینه افزاره‌های ذخیره‌کننده انرژی، به‌خصوص ابرخازن‌ها
۳. آشنایی با مشخصه‌یابی‌های مربوط به این افزاره‌ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر ابرخازن‌ها
۲. انواع ابرخازن‌ها
۳. دولایه الکتریکی
۴. انواع مواد الکترودی
۵. پارامترهای تعیین‌کننده در کارایی یک ابرخازن
۶. مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: ولتاژ چرخه‌ای در ابرخازن‌ها
۷. مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی
۸. مشخصه‌یابی‌های ذخیره‌سازهای انرژی به صورت الکتروشیمیایی: GCD، نمودار راگون، ..

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۲ تا ۴ سری تمرین

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها:	۲۰~ درصد
آزمون میان ترم	۳۵~ درصد
آزمون پایان ترم	۴۵~ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bard, Allen J., Faulkner, Larry R., White, Henry S, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2022.
2. John Newman, Karen E. Thomas-Alyea, Electrochemical Systems, Electrochemical Society Series, 2020.
3. Peter Atkins, Julio de Paula. W.H. Freeman, Atkin's Physical Chemistry, 2012.
4. Sandeep A Arote, Electrochemical Energy Storage Devices and Supercapacitors, IOP Publishing Ltd, 2021.
5. Kamal K. Kar, Handbook of Nanocomposite Supercapacitor Materials I: Characteristics, Springer, 2020.
Kamal K. Kar, Handbook of Nanocomposite Supercapacitor Materials II: Performance, Springer, 2020.
Kamal K. Kar, Handbook of Nanocomposite Supercapacitor Materials III: Selection, Springer, 2021.

عنوان درس به فارسی: سلول خورشیدی		عنوان درس به انگلیسی: Solar cell	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
تعداد واحد: ۳		تعداد ساعت: ۴۸	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس آشنایی دانشجویان با بحث بنیادی فیزیک فیزیک سلول خورشیدی با محوریت شبیه‌سازی و نقش علوم و فناوری نانو در نسل جدید سلول‌های خورشیدی است. اصول کاربردی و آخرین دستاوردها در نسل جدید سلول‌های خورشیدی شامل سلول‌های خورشیدی لایه نازک، پروسکایت و ط کوانتومی شرح داده خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

۱. تسلط دانشجویان تحصیلات تکمیلی بر فیزیک و انواع سلول‌های خورشیدی
۲. آشنایی با مباحث مربوط به نصب پنل‌ها و نیروگاه‌های خورشیدی
۳. کسب مهارت در شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی
۴. کسب توانمندی در جهت پژوهش در زمینه سلول‌های خورشیدی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. فیزیک سلول خورشیدی
۲. سلول‌های خورشیدی نانو ساختار پروسکایتی
۳. مشخصه‌یابی سلول‌های خورشیدی
۴. پنل و ماژول‌های خورشیدی: مسائل نصب و راه‌اندازی
۵. سلول‌های خورشیدی لایه نازک CdS و CIGS
۶. سلول‌های خورشیدی بازدهی بالا III-V
۷. نرم افزارهای متداول شبیه‌سازی و آموزش کد نویسی در SCAPS
۸. شبیه‌سازی سلول‌های خورشیدی متنوع در قالب پروژه

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|------------------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی و امتحانک‌ها در طول ترم | ۱۰ درصد |
| پروژه | ۲۰ درصد |
| آزمون میان ترم | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان ترم | ۴۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

۱. راضیه تیموری و راحله محمدپور، مبانی مدل‌سازی سلول‌های خورشیدی، انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران، ۱۴۰۰.

2. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, 2003
3. S.M. Sze, and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley, 2013.

عنوان درس به فارسی:		محاسبات کوانتومی	
عنوان درس به انگلیسی:		Quantum Computing	
نوع درس و واحد			
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>			
تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- کامپیوترهای کوانتومی می‌توانند مسائلی مثل شکستن سیستم‌های رمز را سریع‌تر از کامپیوترهای سنتی حل کنند. در این درس، مدل محاسبات کوانتومی و روش‌های حل مسئله با این مدل بررسی می‌شوند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی فیزیک مدرن و خصوصاً مکانیک کوانتومی؛ آشنایی با مبانی جبر خطی
۲. مهارت یافتن در استفاده از نرم افزار QISKIT که از پکیج‌های Python میبشد
۳. آشنایی با پروتکل‌های ارتباطات کوانتومی
۴. شناخت الگوریتم‌های مهم در محاسبات کوانتومی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمات: آشنایی با مفاهیم پایه در محاسبات کوانتومی، کاربردهای محاسبات کوانتومی، آینده‌ی سامانه‌های کوانتومی و محدودیت فعلی سامانه‌های کوانتومی
۲. محاسبات برگشت پذیر: گیت‌های برگشت پذیر، گیت‌های CNOT، TOFOLI، FREDKIN، MKG و HNG
۳. ریاضیات مکانیک کوانتومی: تعریف ریاضی-کوانتومی اطلاعات، اعداد مرکب، اعداد اول، تبدیل فوریه کوانتومی، ماتریس‌های پاولی، ضرب تنسورها، نماد دیراک، کت و براکت
۴. محاسبات کوانتومی: مبانی محاسبات کوانتومی، فضای هیلبرت، افزاره‌های کوانتومی، کیوبیت، رجیسترهای کوانتومی، مدارهای کوانتومی، روش‌های طراحی مدارهای کوانتومی، طراحی خودکار مدارهای کوانتومی، مسأله داچ-جوزا، الگوریتم شور، سنتز مدارهای کوانتومی، طراحی فیزیکی مدارهای کوانتومی
۵. رمزنگاری کوانتومی: رمزنگاری RSA، الگوریتم‌های رمزنگاری کوانتومی
۶. آشنایی با مبانی و پروتکل‌های ارتباطات/مخابرات کوانتومی
۷. برنامه‌نویسی با پکیج‌های محاسبات کوانتومی مانند Qiskit
۸. آشنایی با الگوریتم‌های جدید مانند HHL
۹. یادگیری ماشین کوانتومی
۱۰. فناوری‌های مرتبط برای ساخت کامپیوتر کوانتومی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۲ تا ۴ تکلیف دستی
- ۴ پروژه کامپیوتری در طول ترم در زمینه‌های طراحی مدارها و الگوریتم‌های کوانتومی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Michael Nielsen, Isaac Chuang, Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. 2011.
2. David McMahon, Quantum Computing Explained. John Willy, 2008.
3. Jack Hidary, Quantum Computing: An Applied Approach, Springer, 2021.

عنوان درس به فارسی: سامانه‌های الکترومکانیکی ریز و بسیارریز			
عنوان درس به انگلیسی: Micro/Nano Electro-Mechanical Systems (MEMS/NEMS)		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:		تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس، معرفی مفاهیم پایه‌ای و مسائل سامانه‌های الکترومکانیکی با ابعاد ریز (سامانه‌های میکروالکترومکانیکی یا MEMS)، آشنایی با مکانیک مواد و از جمله فرآیندهای ساخت این سامانه‌ها، اصول حاکم بر عملکرد آنها و تاثیر کاهش ابعاد بر این عملکرد، روش‌های تحلیل و شبیه‌سازی آنها، و نیز آشنایی با سامانه‌های با ابعاد بسیار ریز (نانوالکترومکانیکی یا NEMS) است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرایندهای ساخت سامانه‌های ریز از جمله ریزماشین کاری توده و سطحی
۲. اصول عملگر و حسگرهای ریزمکانیکی الکترونیکی
۳. آشنایی با سامانه‌های الکترواپتیکی
۴. آشنایی با ریزسیالات

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر سامانه‌های ریز الکترومکانیکی: تغییر مقیاس
۲. روشهای ساخت سامانه‌های ریز الکترومکانیکی: ریزماشین کاری سطحی و حجمی، روندهای تولید انبوه MEMS
۳. اصول عملکرد سامانه‌های ریز: سامانه‌های لختی سنجی
۴. مفاهیم مهندسی مواد و مکانیک و کاربرد آنها در طراحی و ساخت سامانه‌های ریز الکترومکانیکی
۵. ریزسیالات و سامانه‌های سیالی الکتروشیمیایی و بیوشیمی
۶. آزمایشگاه بر روی تراشه
۷. سامانه‌های اپتومکانیکی
۸. سامانه‌های در ابعاد بسیار ریز (NEMS)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S.D. Senturia Microsystem Design, Springer, 2001.

2. M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002.
3. C. Liu, Foundations of MEMS, Pearson Education, 2012.

عنوان درس به فارسی: الکترونیک نوری		عنوان درس به انگلیسی: Optoelectronics	
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳		تعداد ساعات:
تعداد ساعات:	۴۸		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- آشنا کردن دانشجویان تحصیلات تکمیلی، با مفاهیم فیزیکی پایه‌ای مربوط به کارکرد ادوات الکترونیک نوری، نحوه کارکرد این ادوات، و مقدمه‌ای بر مخابرات نوری به عنوان کاربرد مهمی از این نوع ادوات

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفاهیم پایه‌ای مکانیک کوانتومی و الکترونیک حالت جامد مرتبط با فرآیندهای نوری در نیمه‌هادی
۲. نحوه کارکرد و پارامترهای کارایی سلول‌های خورشیدی
۳. نحوه کارکرد، پارامترهای کارایی، و انواع آشکارسازهای نوری نیمه‌هادی
۴. نحوه کارکرد، پارامترهای کارایی، و انواع دیودهای نور دهنده نیمه‌هادی و نیز انواع لیزرهای نیمه‌هادی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر الکترونیک حالت جامد: دسته‌بندی مواد و مقایسه نیمه‌هادی‌ها؛ روش‌های رشد نیمه‌هادی‌ها؛ انواع مواد کریستالی
۲. مروری بر مکانیک کوانتومی: دوگانه ذره و موج، تابع موج الکترون، و معادله شرودینگر؛ الکترون در اتم هیدروژن و سایر عناصر جدول تناوبی؛ نظریه ساختار باند انرژی و عدد (بردار) موج؛ انواع ذرات و خواص آنها، اصل انحصار پائولی، و اسپین؛ تابع توزیع و چگالی حالت‌های مجاز الکترون‌ها بر اساس انرژی
۳. ساختار باند انرژی؛ مدل‌های به دست آوردن ساختار باند انرژی و روش Tight Binding؛ نیمه‌هادی‌های با باند انرژی ممنوعه مستقیم و غیر مستقیم؛ تقارن تابع موج و روش $k.p$ برای محاسبه ساختار باند انرژی؛ نظریه اغتشاش مستقل از زمان و وابسته به زمان؛ تغییر ساختار باند با روش‌های آلیاژ کردن، کرنش، و محدود کردن حرکت الکترون؛ جرم مؤثر
۴. برهمکنش نور و ماده: مدل کردن ماهیت نور: فوتون و موج؛ تئوری‌های الکترو-دینامیک کلاسیک و کوانتومی؛ کوانتیزه کردن اول و دوم؛ نظریه‌های نور کلاسیک و کوانتومی؛ امواج الکترومغناطیس و قطبیت؛ مدل فوتونی نور؛ جذب و گسیل نور خود به خودی و تحریک شده؛ نرخ و ضریب جذب؛ نرخ گسیل و ضریب بهره؛ المان ماتریسی در نیمه هادی بدنه و چاه پتانسیل؛ ضرایب A/B انیشتن
۵. گذرهای نوری: گذر بین باندهای نیمه‌هادی بدنه؛ چگالی حالت مشترک؛ چگالی حالت فوتون؛ گذر بین باندهای درون باندهای نیمه‌هادی چاه پتانسیل کوانتومی؛ جذب و تقویت نوری
۶. آشکار ساز نوری: انواع آشکارسازهای نوری؛ اثر نور الکتریکی (اثر نوری خارجی)؛ اثر نوری داخلی؛ پارامترهای عملکردی آشکارساز نوری؛ آشکار ساز هدایت نوری؛ دیود های نوری PIN، PN، سد شاتکی، بهمنی، ...؛ ترانزیستور نوری، آشکار ساز نوری فلز - نیمه هادی - فلز، آشکار ساز مادون قرمز چاه کوانتومی، ...؛ حالت نور ولتاژی (سلول خورشیدی)؛ کارایی عملکرد سلول خورشیدی؛ حالت نور هدایتی؛ تقویت کننده فیبری آلاییده شده با اربوم
۷. دیود گسیل نوری (LED): لومینانس تریقی؛ ساختار نامتجانس دوگانه و سیستم‌های مواد آن؛ انواع گذرهای نوری؛ طول موج‌های گسیل نور؛ پارامترهای کارایی؛ بسته‌بندی؛ کاربرد برای مخابرات؛ ساختارهای گسیل از لبه و سطح؛ کوپل نور به فیبر
۸. لیزر: سیستم دو سطحه؛ اصول عملکرد لیزری؛ سیستم چهار سطحه؛ لیزر دیودی نیمه‌هادی؛ حفره Fabry-Perot؛ مقایسه LED و لیزر؛ وارونگی جمعیت؛ شرط انجام عمل لیزری؛ شرط آستانه حفره؛ آستانه بهره؛ محیط بهره داخل حفره؛ موج‌های ایستاده و موده‌های موج طولی و عرضی؛ مشخصات عملکردی؛ بستگی حرارتی خروجی؛ پروفایل خروجی؛ ساختارهای با پیوند نامتجانس تکی و دوتایی؛ ساختارهای محدود سازی افقی (نواری) هدایت شده با بهره و با ضریب

شکست؛ ساختارهای ECL، GRINSCH، C³، DBR، DFB، ...؛ ساختار چاه و نقطه کوانتومی؛ چگالی جریان آستانه؛ پاسخ فرکانسی؛ پدیده‌های Chirp و پرش مدی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

امتحانات ۷۰ درصد

پروژه (+ تکالیف) ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. L. Chuang, Physics of Optoelectronic Devices, John Wiley, 2009.
2. J. Singh, Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures, Cambridge University Press, 2003.
3. Michael A. Parker, Physics of Optoelectronics, CRC Press Taylor & Francis, 2005
4. Rosencher, Vinter, Optoelectronics, Cambridge University Press, 2004
5. J. Singh, Semiconductor Optoelectronics: Physics and Technology, Mc Graw-Hill, 1995.

عنوان درس به فارسی:		زیست حسگرها	
عنوان درس به انگلیسی:		Biosensors	
نوع درس و واحد			
نظری <input checked="" type="checkbox"/> / پایه <input type="checkbox"/>			دروس پیش نیاز:
عملی <input type="checkbox"/> / تخصصی <input type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/> / اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- هدف از این درس، کسب شناخت درباره اصول، فناوری و روش‌ها در حوزه حسگرهای زیستی می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با برهمکنش میکرو ارگانسیم‌ها با ادوات حسگری الکتریکی با هدف تشخیص در حوزه پزشکی
۲. یافتن مکانسیم‌ها و ساختارهای نوین جهت افزایش انتخاب گری و حساسیت در پروتکل‌های تشخیص افتراقی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با سیستم‌ها و فرایندهای مهم زیستی، آنزیم‌ها و پروتئین‌های دخیل و کارکرد زیست حسگرها
۲. بررسی اجمالی زیست حسگرها
۳. عناصر اساسی دستگاه‌های حسگر
۴. مهندسی حسگر
۵. زیست حسگرهای الکتروشیمیایی پروتئین
۶. شناخت پروتئین‌ها و خصوصیات آن‌ها
۷. کلیات ژنتیک و خصوصیات DNA و فرایندهای زیستی وابسته به آن
۸. بیوالکترونیک سلولی
۹. حسگر امپدانس سلولی
۱۰. نانوبیو الکترونیک بر پایه DNA
۱۱. نانوبیو الکترونیک بر پایه پروتئین
۱۲. سامانه‌های ریز و بسیار ریز زیستی (BIO MEMS AND MEMS)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.L. Lehninger, D.L. Nelson, and M. M. Cox, Principles of Biochemistry, W. H. Freeman, 2008.
2. A. Offenhausser, et al., Nanobioelectronics for Electronics, Biology, and Medicine, Springer , 2009.
3. Q. Liu, P. Wang, Cell Based Biosensors: Principles and Applications, Artech House, 2007.

مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی:	
Advanced Very Large Scale Integration (Advanced VLSI)		دروس پیش‌نیاز:	
نظری <input checked="" type="checkbox"/>	پایه <input type="checkbox"/>	دروس هم‌نیاز:	
عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:	
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	۳	تعداد ساعت:
رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد

الف) هدف کلی

- دانشجویان با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی مدارهای خیلی فشرده دیجیتال مبتنی بر تکنولوژی CMOS در مقیاس زیر مایکرون و نانو و نیز چالش‌های طراحی آشنا شده و آنها را در مثال‌های مختلف بکار خواهند بست. با معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (پیچیدگی یا سطح تراشه)، تأخیر (سرعت)، و توان مصرفی (انرژی) به عنوان پارامترهای مهم طراحی مدارهای مجتمع و روش محاسبه آنها آشنا شده و آنها را در طراحی بهینه انواع مدارهای ترکیبی و ترتیبی در سطوح مختلف مداری، سیستمی، واحد پردازشگر، مسیریابی سیگنال کلاک و خطوط توان بکار خواهند گرفت. آموزش و بکارگیری نرم افزارها و ابزار Verilog، VHDL، Hspice، و Cadence از اهداف این درس است.
- در این درس، اهمیت اینترکانکت‌های درون تراشه و تأثیر آن در پارامترهای طراحی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کلیه روش‌های طراحی سفارشی و روش‌های مبتنی بر ابزارها و نرم‌افزارهای اتوماتیک بحث خواهند شد. طراحی انواع سلول‌های حافظه فرار و غیرفرار، پایا (استاتیک) و پویا (داینامیک) تا ساختارهای بسیار حجیم و بزرگ حافظه‌ها است. دانشجویان با طراحی لی‌اوت آشنا شده و در مدارهای ساده و پیچیده، مهارت آن را بدست خواهند آورد.

ب) اهداف ویژه:

- در پایان این درس، دانشجویان تحلیل، طراحی، بهینه‌سازی، پیاده‌سازی و تکنیک‌های طراحی لی‌اوت مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال استاتیک و داینامیک را با تسلط بر معیارهای طراحی در موارد زیر خواهند آموخت:
۱. تنوع جامع از خانواده‌های مدارهای منطقی ترکیبی و مدارهای منطقی ترتیبی، بر اساس معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (سطح تراشه، پیچیدگی، کارایی (تأخیر یا سرعت)، و انرژی
 ۲. انواع بلوک‌های سازنده واحدهای محاسباتی شامل جمع‌کننده‌ها، ضرب‌کننده‌ها، انتقال دهنده‌ها تا مدارهای جانبی، انواع متدولوژی‌های طراحی و پیاده‌سازی سفارشی و اتوماتیک
 ۳. انواع حافظه‌های بر تراشه، حافظه‌های تراشه تنها، زمانبندی‌ها، محاسبات سرعت و انرژی مصرفی
 ۴. تأثیر اینترکانکت‌ها، یک‌پارچگی سیگنال، مسیریابی کلاک و توان، و بسته‌بندی packaging در ملاحظات طراحی

پ) مباحث و سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال VLSI:
- تاریخچه تحول و توسعه مدارهای مدارهای مجتمع از معرفی اولین ترانزیستور تا مدارهای مجتمع سطح ویفر، موضوعات و مسائل طراحی مدارهای مجتمع، معیارهای طراحی (قابلیت اطمینان، هزینه و پیچیدگی، تأخیر یا سرعت، انرژی مصرفی)، چشم‌انداز آتی برای مدارهای مجتمع فشرده شامل فناوری‌های نوظهور، نانو الکترونیک، تکنولوژی 3D-VLSI، و مقیاس‌دهی تکنولوژی ساخت.
۲. فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS مقیاس نانو، بسته‌بندی packaging، و طراحی لی‌اوت: فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS در مقیاس نانو، قواعد طراحی لی‌اوت، چشم‌انداز و روندهای نوظهور در فرآیند تکنولوژی
۳. مقیاس‌دهی تکنولوژی: روند مقیاس‌دهی تا کوچکترین مشخصه ابعاد، تأثیر مقیاس‌دهی تکنولوژی در معیارهای طراحی، تأثیر مقیاس‌دهی تکنولوژی در روندهای جدید طراحی VLSI تا نانو CMOS و نانوالکترونیک، تأثیر مقیاس‌دهی در انواع پراسسورها، حافظه‌ها، پردازنده‌های بسیار سریع،
۴. افزاره (بررسی مختصر): مروری بر فیزیک عملکرد و روابط ترانزیستور MOSFET با تأکید بر ترانزیستورهای کانال کوتاه در ابعاد نانو، اثرات ثانویه در مشخصات ترانزیستور با ابعاد نانو، ترانزیستور در زیر آستانه.

۵. **اتصالات میانی:** معرفی جایگاه اینترکانکت‌ها در روند تحول و توسعه مدارهای مجتمع VLSI، تأثیر مقیاس‌دهی در اینترکانکت‌ها، پارامترها و پارازیتیکی‌های اتصالات میانی، مقاومت خازن و اندوکتانس، مدل‌های الکتریکی، مدل تأخیر و پاسخ خروجی، یک پارچگی سیگنال، نگاهی به تکنولوژی‌های آینده اتصالات میانی.
۶. **معکوس‌کننده CMOS:** معکوس‌کننده پایای CMOS در ابعاد نانو، چشم‌انداز شهودی، بررسی ستبر بودن اینورتر CMOS و رفتار پایای آن. کارایی اینورتر شامل: رفتار پویا، توان و انرژی مصرفی، بررسی تأثیر مقیاس‌دهی در معیارهای ارزیابی و عملکردی معکوس‌کننده.
۷. **طراحی گیت‌ها با منطق ترکیبی (Combinational) در CMOS:** مقدمه‌ای بر مدارهای منطقی ترکیبی، طراحی مدارهای ساده و پیچیده CMOS و انواع خانواده‌های مختلف مبتنی بر طراحی پایا Static و پویا Dynamic.
۸. **طراحی گیت‌ها با منطق ترتیبی (Sequential):** میانی و تعاریف مدارهای ترتیبی و عنصر عنصر پایه حافظه، طراحی انواع مدارهای لچ و رجیسترها مبتنی بر مبانی پایا و پویا، سبک‌های نوآورانه در طراحی رجیسترها، مسائل و چالش‌های مرتبط با رجیسترها. رویکرد پایلین کردن، استفاده از روش پایلین کردن برای بهینه‌سازی، طراحی مدارهای ترتیبی پیچیده و ساینز بزرگ، مسیریابی کلاک و خطوط توان.
۹. **متدولوژی طراحی و پیاده‌سازی مدارهای دیجیتال بسیار فشرده:** روش‌های طراحی سفارشی Custom Design، روش‌های طراحی مبتنی بر استفاده از نرم‌افزارها و ابزار طراحی اتوماتیک (نیمه سفارشی، طراحی مبتنی بر FPGA، ساختارهای مختلف طراحی مبتنی بر FPGA).
۱۰. **طراحی بلوک‌های سازنده واحدهای محاسباتی:** مقدمه‌ای بر ساختار و واحدهای سازنده پراسسورها، مسیرداده در معماری پردازنده‌های دیجیتال، روش‌های طراحی جمع‌کننده‌ها با رویکرد مداری و سیستمی، روش‌های طراحی ضرب‌کننده‌ها، روش‌های طراحی انتقال‌دهنده‌ها و سایر عملگرهای محاسباتی. روش‌های طراحی توان کم: معرفی انواع روش‌ها در سطوح طراحی و عملکردی، مصالحه توان و سرعت در ساختارهای مسیرداده.
۱۱. **طراحی حافظه و ساختارهای آرایه‌ای:** مقدمه‌ای بر حافظه‌های سطح تراشه و حافظه‌های تنها، ساختار حافظه و مدارهای جانبی، ساختار و روش‌های طراحی انواع حافظه‌های ROM, EPROM, EEPROM و محاسبه تأخیر (سرعت) در آنها. معرفی انواع حافظه‌های Static و حافظه‌های Dynamic، قابلیت اعتماد حافظه‌ها، محاسبات، طراحی مدارهای حسگر برای حافظه‌ها، مطالعه موردی در طراحی حافظه، روندها و تحولات جدید در حافظه نیم‌رسانا.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و استفاده بهینه از زمان،
- به‌روز نگه‌داشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت‌برد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستندات که از قبل در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگه‌داشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو،
- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان‌ترم: ۶۵ درصد
- آزمون پایان ترم: ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم‌افزارهای Verilog, VHDL, Hspice, Cadence برای انجام تکالیف کامپیوتری

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. Jacob Baker, CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation (IEEE Press Series), Wiley-IEEE Press on Microelectronic Systems, 2019.
2. Neil H.E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley, 2011.
3. J.M. Rabaey, Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, Prentice Hall, 2003.
4. Shojiro Asai, LSI Design and Test for Systems Dependability, Springer, 2018.

مدارهای مجتمع خطی (CMOS)		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی:	
Analog Integrated Circuits (CMOS)		دروس پیش نیاز:	
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>	دروس هم نیاز:	
تخصصی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:	
اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد ساعت:
رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

.....

الف) هدف کلی:

- اصول، کاربردها، روشهای طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ ارائه می گردند. مدارهای پایه‌ای از جمله تقویت کننده‌های عملیاتی معرفی می گردند. پارامترهای طراحی و مصالحه‌های طراحی بین آن پارامترها تبیین می گردد. به نوبز الکترونیکی بعنوان یکی از مهمترین پارامترهای طراحی توجه ویژه مبذول خواهد شد. روشهای طراحی با توجه به خصوصیات تکنولوژی‌های CMOS جدید معرفی و بررسی می گردند. در فصول پایانی مدارهای آنالوگ پیچیده تر مانند فیلتر معرفی می گردند.

ب) اهداف ویژه:

۱. تحلیل مدارهای آنالوگ پایه مانند تقویت کننده
۲. طراحی تقویت کننده‌های عملیاتی مختلف با پارامترهای مختلف
۳. استخراج پارامترهای طراحی بلوک‌ها و مدارهای پایه از مشخصات بلوکهای بزرگ آنالوگ

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مدل‌سازی در ترانزیستورهای تکنولوژی CMOS
۲. طراحی مدارهای تقویت کننده‌های عملیاتی و طراحی آنها
۳. معرفی مدارهای تقویت کننده‌های عملیاتی پیشرفته و طراحی آنها
۴. جبران‌سازی فرکانسی تقویت کننده‌های عملیاتی
۵. معرفی مدارهای تقویت کننده‌های کلاس AB و ولتاژ پایین و طراحی آنها
۶. نوبز الکترونیکی
۷. معرفی و طراحی مدار منبع ولتاژ بندگ مجتمع
۸. تطابق در افزاره‌های مجتمع CMOS
۹. معرفی و طراحی مداری فیلترهای زمان پیوسته
۱۰. معرفی و طراحی مداری فیلترهای خازنهای سویچ شده

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مسئله، تمرین، و تکلیف کامپیوتری برای بخشهای اصلی (بطور متوسط ۵ تکلیف)
- دو پروژه کامپیوتری طراحی، یا یک پروژه کامپیوتری طراحی و یک پروژه طراحی و پیاده‌سازی عملی مدارچاپی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- Tony Chan Carusone, David Johns, and Ken Martin , Analog Integrated Circuit Design, John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- 2- Behzad Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2017.
- 3- P.R.Gray, P.J.Hurst, S.H.Lewis, R.G.Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- 4- Willey M.C. Sansen, Analog Design Essentials, Springer, 2006 .
- 5- R. Gregorian and G. C. Temes, Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing, John Wiley & Sons, Inc., 1989