جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی متریونیک

Meterionics Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی متریونیک | **عنوان گرایش: –**

گروه: فنی و مهندسی | **دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته**

کارگروه تخصصی: مهندسی برق | **نوع مصوبه: تدوین**

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی | **تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۵/۲۰**

برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی متریونیک، در جلسه شماره ۹۳۱ تاریخ ۱۳۹۹/۰۵/۲۰ شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب برنامه درسی یاد شده وارد دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده سه- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان
دبیر کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی

دکتر علی خاکی صدیق
دبیر شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

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

برنامه درسی رشته

مهندسی متریونیک

MATERIONIC ENGINEERING

مقطع کارشناسی ارشد

پیشنهادی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

پیشنهاد دهندگان:
دکتر محمد حسین سیادتی (دانشکده مهندسی و علم مواد)
دکتر مهدی خدایی (دانشکده مهندسی و علم مواد)
دکتر رضا اسلامی فارسانی (دانشکده مهندسی و علم مواد)
دکتر ابراهیم ندیمی (دانشکده مهندسی برق)
دکتر فرامرز حسین بابایی (دانشکده مهندسی برق)
دکتر فرهاد اکبری برومند (دانشکده مهندسی برق)
دکتر نگین معنوی زاده (دانشکده مهندسی برق)
دکتر حسام زندی (دانشکده مهندسی برق)
دکتر علیرضا صالحی (دانشکده مهندسی برق)
دکتر امیرمسعود سوداگر (دانشکده مهندسی برق)
دکتر حسین شمسی (دانشکده مهندسی برق)

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

گرایش مهندسی متریونیک یک گرایش بین رشته‌ای میان رشته‌های مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک در مقطع کارشناسی ارشد است.

امروزه در بسیاری موارد، پیشرفت سطح زندگی بشری وابسته به پیشرفت تکنولوژی الکترونیک می‌باشد، به طوری که صنایع الکترونیک تبدیل به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی انسان شده است. در طول بیست سال گذشته یا بیشتر، بسیاری از پیشرفت‌های تکنولوژی در جهان وابسته به خدمات الکترونیکی و ارتباطات بوده است. مهندسی و صنعت الکترونیک نقش مهمی در طراحی و توسعه‌ی مدارهای متشکل از دیودها، ترانزیستورها و غیره داشته است. آخرین فناوری‌ها مانند تلویزیون‌ها و چراغ‌های LED و غیره بر پایه‌ی دیودهای نیمه هادی استوار است. از جنبه‌ی دیگر، اهمیت مهندسی و علم مواد برای تحقق و توسعه‌ی محصولات جدید به طور قابل توجهی افزایش یافته است. اکتشاف مواد و ساختارهای جدید همواره در چالش‌های مهم جهانی کمک فراوانی به بشریت کرده است. پر واضح است که دست‌آوردهای چشم‌گیر و شگفت‌انگیز در دو دهه‌ی اخیر در صنعت الکترونیک مدیون تولید مواد پیشرفته و هوشمند در زمینه‌ی مهندسی مواد بوده است که باعث تحقق و تولید وسایل الکترونیکی پیشرفته در عصر جدید شده است. در طول سالیان متمادی، به منظور نام‌گذاری بر روی این مواد و وسائل هوشمند، اصطلاحات مختلفی استفاده شده است، از جمله الکتروسرامیک‌ها، الکتروپلیمرها، پیزوالکتریک‌ها، ابرساناها، نیمه‌رساناها، ابرخازن‌ها. این موارد نشان می‌دهند که مباحث بین دو موضوع مواد و الکترونیک سابقه زیادی داشته و تحقیقات گسترده‌ای در دنیا در دانشگاه‌های مختلف در این ارتباط انجام می‌پذیرد.

برنامه‌ی مهندسی **"متریونیک"** بر پایه همکاری بین دانشکده‌ی مهندسی و علم مواد و دانشکده‌ی مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی شکل گرفته است. جلسات متعددی بین اعضای هیأت علمی دانشکده‌های مهندسی و علم مواد و مهندسی برق مبنی بر ارائه ی نظرات و نیازمندی‌های مرتبط با رشته‌ی جدید مهندسی **"متریونیک"** در دانشگاه صورت گرفته است. در این جلسات، به بررسی مواردی چون امکانات آزمایشگاهی دانشکده‌ها، دروس اصلی، نیازمندی‌های صنعتی و دانشگاهی جهان و کشور جهت ایجاد رشته‌ی مهندسی **"متریونیک"** پرداخته شده است. در تدوین برنامه درسی و تنظیم عناوین و واحدها نیز از مطالب دروس دانشگاهی مرتبط با این موضوع و دیدگاه‌های متخصصان صنایع متقاضی این رشته و اعضا هیأت علمی مرتبط استفاده خواهد شد. همچنین در این راستا، با صنایع مرتبط در کشور مانند شرکت‌های صاایران، صباباتری و گروه صنعتی مپنا، و همچنین با پژوهشگاه نیرو به عنوان مرکز تحقیقاتی وزارت نیرو، جلساتی برگزار شد و با اتفاق طرح مذکور مورد تایید قرار گرفت. بدیهی است که، در امتداد تصویب این رشته، دیدگاه‌ها و نیازمندی‌های کارفرما می‌تواند به صورت مستقیم از شرکت‌های مرتبط با این حوزه به صورت مدون دریافت گردد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

مهم‌ترین محورهای سند آمایش آموزش عالی کشور عبارتند از توسعه متوازن و متعادل منطقه‌ای و مبتنی بر عدالت اجتماعی، شناخت توانمندی‌ها و قابلیت‌های مناطق، و تحلیل وضعیت موجود رشته‌های دانشگاهی. در آموزش عالی کشور بیش از زمان‌های گذشته باید به آمایش آموزش عالی توجه کرد. گسترش رشته‌های تحصیلی و فضاهای دانشگاهی باید بر مبنای توزان صورت گیرد. از طرف دیگر، آمارها نشان می‌دهند که دانشگاه‌های کشور در طول دهه‌های بعد از انقلاب اسلامی از رشد کمی چشمگیری برخوردار شده‌اند. این افزایش کمی دانشگاه‌ها به دلیل کمبود نیروی انسانی متخصص در برهه‌ای از زمان شکل گرفت و در سال‌های بعد دانشگاه‌های متعددی بدون توجه به نیازهای دراز مدت جامعه و امکانات و سطح کمی و کیفی

آن‌ها تاسیس و گسترش یافته‌اند. امروزه، با توجه به آثار این نوع گسترش، دانشگاه‌ها با چالش‌ها و مشکلات فراوانی از جمله کمبود بودجه و منابع مالی برای تامین هزینه‌های آموزشی دانشگاه مواجه هستند. بنابراین، با توجه به جدید بودن رشته‌ی مهندسی **"متریونیک"** لازم است که این رشته در دانشگاه‌های بزرگ کشور که دارای امکانات آموزشی و آزمایشگاهی گسترده‌ای در زمینه‌های مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک هستند دایر شود. این ضرورت از آنجا نشات می‌گیرد که هدف از ایجاد رشته‌ی مهندسی **"متریونیک"** تولید و آموزش متخصصانی است که دارای دانش علمی و تجربی کافی در هر دو زمینه‌ی مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک باشند و قطعا، بدون وجود امکانات کافی، اهداف این رشته محقق نمی‌شود.

یکی از موارد مهم در سند آمایش آموزش عالی کشور آینده‌نگری در سطح ملی، منطقه‌ای و استانی می‌باشد. جهان امروز وابسته به وسایل الکترونیکی جدید می‌باشد و هر روز شاهد پیشرفت‌های چشمگیری در این زمینه هستیم که منجر به ایجاد تحولی از انجام کارهای روزمره تا امور پیشرفته‌ی بشری شده است. به منظور رقابت در زمینه‌های فنآوری با کشورهای بزرگ صنعتی دنیا، کشور ما نیز نیازمند به وجود متخصصانی است که دارای توانمندی در ایجاد و ابداع وسایل و تجهیزات به روز الکترونیکی باشند. پیشرفت‌های اخیر در زمینه وسایل الکترونیکی به شدت وابسته به دارا بودن دانشی عمیق از رشته‌ی مهندسی مواد می‌باشد. بنابراین، به منظور تبدیل شدن به کشوری پیشرو و صاحب تکنولوژی، در سال‌های آتی نیازمند به تربیت محققان و مهندسانی خبره در زمینه‌ی تلفیق مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک هستیم. به طور قطع، موضوع بین‌رشته‌ای **"متریونیک"** می‌تواند برگ برنده‌ای در ایجاد فرصت‌های توسعه‌ی قراردادهای صنعتی محسوب شود. از این رو، کشور ایران، با آموزش مهندسان و محققان در رشته‌ی جدید مهندسی **"متریونیک"** و ورود آن‌ها به بازار کار ایران، می‌تواند به عنوان یکی از کشورهای پیشرو در سال‌های آتی در زمینه‌ی وسایل پیشرفته‌ی الکترونیکی با استفاده از مواد پیشرفته با خواص بهینه در دنیا حضور داشته باشد.

با توجه به سابقه‌ی بسیار طولانی رشته‌ی مهندسی الکترونیک و سابقه‌ی مناسب رشته‌ی مهندسی مواد در دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی و وجود تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی و پژوهشی مناسب در زمینه‌ی مهندسی الکترونیک و مهندسی مواد در این دانشگاه و همچنین حضور اعضا هیأت علمی با سابقه در دو رشته‌ی مذکور، عمده سرمایه‌گذاری‌ها و امکانات لازم برای راه‌اندازی دوره‌ی **"متریونیک"** در این دانشگاه وجود دارد. بدیهی است که در ادامه‌ی مسیر می‌توان از کمک و حمایت مجموعه‌هایی نظیر وزارت صمت و شرکت‌هایی چون صنایع الکترونیک ایران (صا ایران)، صباباتری، و گروه صنعتی مپنا نیز بهره گرفت. همچنین، با توجه به فعالیت مناسب دانشگاه در زمینه‌ی بین‌الملل و ارتباط با دانشگاه‌های خارجی، می‌توان از کمک آن‌ها استفاده نمود. همچنین، با توجه به این که این رشته منجر به تربیت دانشجویانی با دانش وسیعی از نیازهای صنعتی کشور می‌شود، پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های نه چندان دور سرمایه‌گذاری‌های فراوانی از طرف شرکت‌های صنعتی مبنی بر تامین مالی این رشته و گسترش آن در کشور انجام شود.

پ) ضرورت و اهمیت

آماری از بزرگ‌ترین کارفرمایان مهندسان مواد شاغل در سال ۲۰۱۶ در آمریکا در جدول ۱ ذکر شده است. مشاهده می‌شود که ۱۴٪ از مهندسان مواد در صنعت الکترونیک و کامپیوتر مشغول به کار بوده‌اند که این عدد در مقایسه با سال ۲۰۱۲ به میزان ۸٪ افزایش داشته است. لازم به ذکر است که در همان سال، از بین مهندسان مواد، بیشترین درآمد مربوط به افرادی بوده است که در صنعت الکترونیک و کامپیوتر شاغل بوده‌اند که میزان متوسط درآمد سالانه، ۱۰۸,۳۶۰ دلار گزارش شده است. بر این اساس، امروزه موضوع مواد مورد استفاده در صنایع الکترونیک و تربیت متخصصان مرتبط و آشنا به هر دو مبحث

علم مواد و الکترونیک بسیار مورد توجه قرار گرفته است و در همین راستا موضوعی بین‌رشته‌ای تحت عنوان **"متریونیک"** مطرح شده است.

از منظر هم‌سویی با برنامه‌های بالادستی و همچنین برنامه‌ی راهبردی دانشگاه، در هر دو مورد به طور خاص به حمایت از توسعه علوم و فناوری‌های میان‌رشته‌ای اشاره شده است که موضوع بین‌رشته‌ای **"متریونیک"** قطعاً با این برنامه‌ها تطابق دارد. همچنین موضوع مواد-الکترونیک در برنامه‌های بالادستی به خصوص نقشه‌ی جامع علمی کشور، در رده اولویت‌های علم و فناوری است.

جدول ۱: آمار اشتغال مهندسان مواد در صنایع عمده در آمریکا در سال ۲۰۱۶

تولید تجهیزات حمل و نقل	٪۱۶
تولید محصولات کامپیوتری و الکترونیکی	٪۱۴
تولید اولیه فلزات	٪۸
خدمات مهندسی	٪۸
تحقیق و توسعه در علوم فیزیکی، مهندسی و علوم انسانی	٪۸

تلفیق رشته‌ی مهندسی مواد با رشته مهندسی الکترونیک در قالب رشته‌ی جدید مهندسی **"متریونیک"** برای دانشجویانی در نظر گرفته شده است که علاقه‌مند به تحصیل و بهره‌گیری از هر دو حوزه‌ی مهندسی مذکور هستند. در واقع رشته‌ی مهندسی **"متریونیک"** به منظور واجد شرایط بودن برای اشتغال در زمینه مواد الکترونیکی و برای موقعیت‌هایی است که توانمندی بالا در هر دو حوزه مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک نیاز است. خواص الکتریکی مواد، اساس جهان مدرن است. در واقع، درک عمیق از خواص مواد نیازمند سال‌ها مطالعه می‌باشد. معمولاً دانشجویان رشته‌ی مهندسی مواد و رشته‌ی مهندسی الکترونیک به طور مداوم درگیر انتخاب مواد مناسب برای کاربردهای مختلف هستند. انتخاب نوع مواد مناسب و همچنین فرآیند ساخت آن مواد نیازمند شناخت عمیقی از رشته‌ی مهندسی مواد می‌باشد. در حالی که معمولاً دانشجویان رشته‌ی مهندسی الکترونیک دارای اطلاعات کافی از ساختار و خواص مواد نیستند، و به همین ترتیب دانشجویان مهندسی مواد با مفاهیم و اصول مهندسی الکترونیک آشنایی چندانی ندارند. ارتباط بین دو رشته‌ی مواد و الکترونیک به علت استفاده‌ی گسترده از مواد مهندسی به خصوص مواد پیشرفته نظیر نیمه‌هادی‌ها، ابررساناها، آلیاژهای مغناطیسی، مواد فوتونیک و غیره در الکترونیک در سال‌های اخیر رو به گسترش بوده است و از این رو پیشنهاد می‌گردد تا با ایجاد دوره‌ی جدیدی در تحصیلات تکمیلی، دانشجویانی با تخصص **"متریونیک"** تربیت گردند. هدف این رشته‌ی جدید، تربیت مهندسانی است که با داشتن دانش کافی از خواص فیزیکی، الکترونیکی و مکانیکی مواد بتوانند در پیشرفت مواد و تجهیزات الکترونیکی شامل ادوات الکتریکی، نوری و مغناطیسی از طریق دست‌کاری و بهینه‌سازی روش ساخت، شکل، اندازه، ساختار و ترکیب مواد ایفای نقش کنند.

هدف موضوع بین‌رشته‌ای **"متریونیک"** تربیت محققان و مهندسان با استعدادی است که بتوانند مرزهای علم و فناوری را توسعه دهند. مواد الکترونیکی مبنای فناوری اطلاعات است که در قرن بیستم انقلاب ایجاد کرد و به تغییرات فوری و جالبی در زندگی بشر منجر شده است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی در ذخیره سازی، پردازش و ارتباطات اطلاعات به وسیله پیشرفت‌های اساسی در مواد مهندسی و هوشمند جدید و ساختارها و فرآیندهای آن‌ها در سطح و اندازه‌ی نانو حاصل می‌شود.

مهندسی مواد به کمک فناوری نانو تا حد زیادی به پیشرفت‌های عمده در محاسبات و الکترونیک کمک کرده است و منجر به ایجاد سیستم‌های سریع‌تر، کوچک‌تر و قابل حمل‌تر (که می‌توانند اطلاعات بیشتری را مدیریت و ذخیره نمایند) شده است. نانوفناوری در حال حاضر در صنعت الکترونیک به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد و امروزه بخش اعظم صنعت الکترونیک مرهون پیشرفت‌های اخیر علم نانوفناوری است. به عنوان مثال، ریزپردازنده‌های کامپیوتری جدید دارای مواد هوشمند با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر هستند. ابعاد کوچک‌تر به معنای افزایش چشمگیر سرعت و قابلیت پردازش است.

برخی از کاربردهای مداوم در حال تحول عبارتند از:

- ترانزیستورها، سوئیچ‌های پایه‌ای که تمام محاسبات مدرن را فعال می‌کنند، از طریق فناوری نانو کوچک‌تر و ظریف‌تر شده‌اند. در اواسط قرن، یک ترانزیستور معمولی به اندازه ۱۳۰ تا ۲۵۰ نانومتر بود. در سال ۲۰۱۴، شرکت اینتل یک ترانزیستور ۱۴ نانومتری تولید کرد و سپس شرکت آی بی ام اولین ترانزیستور ۷ نانومتری را در سال ۲۰۱۵ ایجاد کرد و سپس آزمایشگاه ملی لارنس برکلی یک ترانزیستور یک نانومتری را در سال ۲۰۱۶ نشان داد. ترانزیستورهای کوچک‌تر، سریع‌تر و بهتر به این معنی می‌باشد که به زودی کل حافظه کامپیوتر شما در یک تراشه‌ی خیلی کوچک ذخیره می‌شود.
- با استفاده از حافظه‌ی دسترسی مجاز مغناطیسی (MRAM)، کامپیوترها قادر به بوت شدن تقریبا بلافاصله خواهند بود. MRAM از طریق اتصالات تونل مغناطیسی نانومتری قابل دستیابی است و می‌تواند به سرعت و به طور موثر اطلاعات را در طول خاموش شدن سیستم ذخیره کند.
- نمایشگرها و تلویزیون‌های فوق‌العاده با کیفیت بالا امروزه در حال فروش هستند که از نقاط کوانتومی استفاده می‌کنند تا رنگ‌های طبیعی‌تری تولید کنند و در عین حال صرفه‌جویی در مصرف انرژی بیشتری دارند.
- تجهیزات الکترونیک انعطاف‌پذیر، قابل خم شدن، فولد شدن، رول شدن و قابل کشش در بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و در انواع مختلفی از محصولات، شامل پوشش، لوازم پزشکی، کاربردهای هوافضا و بسیاری دیگر به کار می‌روند. الکترونیک انعطاف‌پذیر با استفاده از نانومواد نیمه‌هادی برای کاربردهای گوشی‌های هوشمند و صفحه‌ی نمایش الکترونیکی خوان (e-reader) توسعه یافته است. دیگر نانومواد مانند گرافن و نانومواد سلولزی برای انواع مختلفی از تجهیزات الکترونیک انعطاف‌پذیر، از قبیل سنسورهای پوششی، فتوولتائیک‌هایی که می‌توان به صورت پارچه برش داد و دوخت، و کاغذ الکترونیکی که می‌توان رول کرد، استفاده می‌شوند. ساختن قطعات الکترونیک تخت، انعطاف‌پذیر، سبک وزن، غیرشکننده، و با راندمان بالا دریچه‌ای را به تولید محصولات هوشمند بی‌شمار باز می‌کند.
- دیگر محصولات الکترونیکی و محاسباتی شامل تراشه‌های فلش مموری برای گوشی‌های هوشمند و درایوهای شارپ، سمعک‌های فوق‌العاده قوی، پوشش‌های ضد میکروبی/ ضد باکتری روی صفحه کلید و تلفن همراه، جوهرهای رسانا برای تجهیزات الکترونیک چاپی برای RFID، کارت هوشمند، بسته‌بندی هوشمند، و صفحه نمایش انعطاف‌پذیر برای e-book readers است. سوسپانسیون‌های نانو ذرات مسی به عنوان جایگزینی ارزان‌تر و قابل

اطمینان برای لحیم سربی و دیگر مواد خطرناک که معمولا برای اتصال قطعات الکترونیک در فرآیند مونتاژ استفاده می‌شود توسعه یافته‌اند.

با توجه به مطالب مذکور، برنامه‌ی بین‌رشته‌ای **"متریونیک"** طراحی شده است تا به چالش‌ها و پیشرفت‌های جدید مرتبط با تلفیق دو حوزه‌ی مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک پاسخ دهد. برنامه آموزشی (و در دراز مدت پژوهشی) رشته‌ی **"متریونیک"** با جنبه‌های علمی و مهندسی ساختار، خواص، تولید، پردازش و کاربرد مواد پیشرفته در مهندسی الکترونیک و به طور متقابل با جنبه‌های ساخت ادوات الکترونیکی به وسیله‌ی استفاده از مواد با خواص و کارایی‌های متفاوت در ارتباط است. از این رو در نظر است دانشجویان فارغ‌التحصیل در مقطع کارشناسی مهندسی مواد و مهندسی برق در رشته‌ی **"متریونیک"** در مقطع کارشناسی ارشد مورد پذیرش قرار گیرند تا با گذراندن دروس مشترک مهندسی مواد و برق در سطح تحصیلات تکمیلی با هر دو جنبه‌ی این علوم آشنا شده و به عنوان دانش آموختگانی با توانمندی مضاعف در اختیار صنایع به ویژه صنعت الکترونیک قرار گیرند.

یکی از رشته‌های تلفیقی مشابه رشته‌ی مکاترونیک می‌باشد. مهندسی مکاترونیک یک مجموعه‌ی بین‌رشته‌ای تلفیقی است که از همپوشانی اهداف مشترک رشته‌های مهندسی مکانیک و مهندسی الکترونیک پدید آمده است. هدف مکاترونیک ایجاد و استفاده از ارتباط داخلی میان رشته‌های مهندسی مرتبط با اتوماسیون و خودکارسازی است تا یک نمایه از کنترل پیشرفته را در سیستم‌های ترکیبی به خدمت بگیرد. در حال حاضر حدود ۱۳۱,۵۰۰ نفر در رشته‌ی مهندسی مکاترونیک با درآمد متوسط سالانه ۹۹,۳۱۰ دلار در آمریکا مشغول به کار هستند. تاریخچه ورود رشته‌ی مکاترونیک در ایران به سال ۱۳۸۲ برمی‌گردد. در واقع، اولین سال جذب این رشته در دانشگاه قزوین در سال ۱۳۸۲ بوده است. امروزه، علاوه بر دانشگاه آزاد قزوین، دانشگاه‌های دیگری مانند دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه سمنان، دانشگاه تبریز، و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اقدام به جذب دانشجو در این رشته می‌کنند. رشته‌ی مکاترونیک در مقطع کارشناسی ارشد برای فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی مکانیک و مهندسی الکترونیک ارائه می‌شود. رشته‌ی **"متریونیک"** نیز با الگوبرداری از سایر موضوعات بین‌رشته‌ای نظیر مکاترونیک، تلفیقی از هم‌پوشانی اهداف مشترک در رشته‌های مهندسی مواد و الکترونیک است. رشته‌ی مهندسی **"متریونیک"** برای اولین بار توسط دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی پیشنهاد شده است و هدف آن است که، در جهت توسعه مرزهای دانش و معرفی مواد و وسایل الکترونیکی نوین، امکان تحصیل دانشجویان را در زمینه‌ی آموزش اصول کاربردی و صنعتی دروس مرتبط با رشته‌های مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک فراهم نماید.

در حال حاضر، دانشگاه‌های زیادی در دنیا گروه‌های تلفیقی از مهندسی مواد و مهندسی الکترونیک را در دانشکده‌های مختلف دارا هستند که در این میان می‌توان به دانشگاه‌های شیزوکا (ژاپن)، کیونگ‌پوک (کره جنوبی)، کوانگ‌وون (کره جنوبی)، گرونینگن (هلند)، اوساکا (ژاپن)، یوسی‌الآ (ایالات متحده امریکا)، ملی استرالیا، ایالت واشنگتن (ایالات متحده امریکا)، دوبلین (ایرلند) و تورز (فرانسه) اشاره نمود. بر اساس گزارش ارائه شده توسط دانشگاه ملی کیونگ‌پوک، در طی ۲۱ سال متوالی تعداد ۵۹۷ نفر در مقطع کارشناسی، ۱۵۰ نفر در مقطع کارشناسی ارشد و ۲۷ نفر در مقطع دکتری از دانشکده‌ی علوم و مهندسی مواد الکترونیکی در این دانشگاه فارغ‌التحصیل شده‌اند.

بازار کار دانش آموختگان این رشته را می‌توان از آمار شاغلان فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی برق و مهندسی مواد که در صنایع مختلف کشور به طور عمده در صنایع نظامی، نیروگاهی و الکترونیک، که بخشی از آن‌ها کاملا با ساخت مواد، ادوات و تجهیزات الکترونیکی مرتبط می‌باشند، پیش‌بینی نمود. با توجه به حضور دانش آموختگان مهندسی برق و مهندسی مواد در

این صنایع، به شکل‌گیری بازار جدیدی نیاز نبوده و تنها بخشی از بازار کار موجود توسط دانش آموختگان رشته‌ی **"متریونیک"** تامین می‌شود، با این مزیت که این دانش آموختگان از توانمندی‌های بسیار خاص‌تری برخوردار خواهند بود. بر این اساس، اگر ۱۰ درصد از بازار کار موجود برای کلیه‌ی فارغ‌التحصیلان دو رشته‌ی مهندسی برق و مهندسی مواد در صنایع مرتبط را به عنوان بازار کار بالقوه برای دانش آموختگان رشته‌ی**"متریونیک"** در نظر بگیریم، سالانه در حدود ۵۰ نفر دانش آموخته‌ی این رشته مورد نیاز است و با اجرای این طرح در ۵ دانشگاه برتر کشور این مهم تحقق می یابد. بدیهی است که پس از راه‌اندازی گرایش بین‌رشته‌ای **"متریونیک"** دانشگاه‌های کشور می‌توانند بخشی از پذیرش دانشجوی کارشناسی ارشد در دو دانشکده‌ی مهندسی مواد و مهندسی برق را به جذب دانشجویان علاقه‌مند به تحصیل در حوزه‌ی **"متریونیک"** تخصیص دهند. دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی قصد دارد تا در سه سال اول از راه‌اندازی گرایش بین‌رشته‌ای **"متریونیک"** اقدام به پذیرش ۱۰ دانشجو در هر سال در مقطع کارشناسی ارشد نماید. با ورود اولین گروه فارغ‌التحصیلان به بازار کار و ارزیابی آن‌ها می‌توان آمار دقیق‌تری جهت پذیرش برای سال‌های آتی ارائه داد.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱)- توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس عمومی	-
دروس پایه	-
دروس جبرانی	۳-۶ (بر اساس دوره کارشناسی دانشجو)
دروس تخصصی (اجباری، انتخابی)	۱۲
دروس تخصصی اختیاری	۱۴
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

نکته: دروس عمومی برای همه رشته‌های مقطع کارشناسی پیوسته ضروری و یکسان به تعداد ۲۲ واحد می‌باشد. این نوع دروس در مقطع کارشناسی ارشد وجود ندارد.

دروس پایه شامل دروسی می شوند که برای رشته مورد نظر، ضروری و اساسی می باشند و اگر این رشته دارای گرایش هایی می باشد (وجود گرایش فقط در مقطع کارشناسی ارشد امکانپذیر هست)، دروس پایه بایستی برای همه گرایش ها یکسان باشد.

دروس تخصصی الزامی، شامل دروسی هستند که مختص یک گرایش خاص هستند و گرایش ها بر اساس این نوع دروس از یکدیگر متمایز می گردند.

دروس تخصصی اختیاری، شامل دروسی هستند که برای هر گرایش، مفید اما غیرضروری است و تعدادی از آنها به تشخیص گروه مربوطه قابل ارائه خواهد بود. تعداد دروس در جدول این نوع درس باید بیش از تعداد قابل اخذ باشد تا اختیار در انتخاب درس وجود داشته باشد.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
آشنایی با ساخت افزاره های الکترونیکی و مواد الکترونی به کار رفته در ادوات الکترونی	تئوری و فناوری ساخت افزاره های الکترونیکی (متریونیک ۱)
توانمندی مشخصه یابی مواد الکترونی و افزاره های الکترونیکی	مشخصه یابی مواد الکترونی و افزاره های الکترونیکی (متریونیک ۲)
توانمندی انتخاب و شناسایی مواد الکترونی مناسب برای کاربردهای مختلف و کسب توانمندی ساخت مواد الکترونی	اصول، مفاهیم، و انواع مواد الکترونی از دیدگاه علم مواد (متریونیک ۳)
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
آشنایی با مواد الکترونی در ادوات الکترونیکی	کلیه دروس تخصصی
آشنایی با روش های ساخت و کاربردهای مواد الکترونی در صنایع مختلف	کلیه دروس تخصصی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

پذیرش این گرایش از دانش آموختگان مقطع کارشناسی مهندسی مواد و مهندسی برق از طریق کنکور سراسری کارشناسی ارشد می‌باشد. دانشجویان مهندسی مواد از طریق کنکور مهندسی مواد با قرار دادن دفترچه سوالات مخصوص گرایش متریونیک (کسب رتبه سراسری در گرایش متریونیک) و دانشجویان مهندسی برق از طریق کنکور رشته الکترونیک (کسب رتبه در این گرایش) انتخاب خواهند شد.

مواد و ضرایب امتحانی مربوط به دانشجویان دوره کارشناسی مهندسی و علم مواد:

عنوان ماده امتحانی	ضریب
زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	**۱**
ریاضی (ریاضی عمومی ۱ و ۲،معادلات دیفرانسیل و ریاضی مهندسی)	**۲**
خواص فیزیکی مواد	**۲**
خواص مکانیکی مواد	**۲**
شیمی فیزیک و ترمودینامیک	**۱**

مواد و ضرایب امتحانی مربوط به دانشجویان دوره کارشناسی برق:

عنوان ماده امتحانی	ضریب
زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲
ریاضی (آمار و احتمال، معادلات دیفرانسیل و ریاضی مهندسی)	۳
مدارهای الکتریکی ۱ و ۲	۳
الکترونیک ۱ و ۲ و سیستم‌های دیجیتال ۱	۴
ماشین‌های الکتریکی ۱و۲ و تحلیل سیستم های انرژی الکتریکی ۱	۱
سیستم‌های کنترل خطی	۱
سیگنال‌ها و سیستم‌ها	۲
الکترومغناطیس	۱

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۲-۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱	فیزیک الکترونیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-
۲	الکترونیک ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-
۳	مبانی برق	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-
۴	علم مواد	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	-

جدول (۳-۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اجباری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱.	تئوری و فناوری ساخت افزاره های الکترونیکی (متریونیک ۱)	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دروس جبرانی
۲.	مشخصه یابی مواد الکترونی و افزاره های الکترونیکی (متریونیک ۲)	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دروس جبرانی
۳.	اصول، مفاهیم، و انواع مواد الکترونی از دیدگاه علم مواد (متریونیک ۳)	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دروس جبرانی

جدول (۳-۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی انتخابی (انتخاب یک درس به پیشنهاد اساتید راهنما)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱	الکترونیک کوانتمی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دروس جبرانی
۲	ابزار دقیق	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دروس جبرانی
۳	نانوتکنولوژی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دروس جبرانی

جدول (۴)- عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری (انتخاب ۱۴ واحد از میان ردیف‌های زیر به پیشنهاد اساتید راهنما و تایید گروه آموزشی)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱.	نانوالکترونیک (مهندسی برق)	۳	۳		۰	۴۸		الکترونیک کوانتومی/ دروس جبرانی
۲.	شبیه سازی افزاره‌های نیم رسانا	۳	۳		۰	۴۸		دروس جبرانی
۳.	الکترونیک ارگانیکی	۳	۳		۰	۴۸		فیزیک الکترونیک
۴.	اصول و کاربرد لایه‌های نازک	۲	۲		۰	۳۲		دروس جبرانی
۵.	بیونانوتکنولوژی	۳	۳		۰	۴۸		دروس جبرانی
۶.	نانوالکترونیک (مهندسی مواد)	۲	۲		۰	۳۲		دروس جبرانی
۷.	فیزیک حالت جامد	۳	۳		۰	۴۸		الکترونیک کوانتومی
۸.	نانومغناطیس ها	۲	۲		۰	۳۲		دروس جبرانی
۹.	انتخاب از میان کلیه دروس تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی برق (رشته الکترونیک، گرایش افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک)							

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	نظری	عملی	
۱۰.	انتخاب از میان کلیه دروس تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی و علم مواد (گرایش‌های شناسایی و انتخاب مواد و/یا نانومواد)							
۱۱.	دروس تخصصی انتخابی باقیمانده (جدول ۳-۲)							
۱۲.	مباحث ویژه (تعریف دروس جدید مورد تایید گروه آموزشی)							
۱۳.	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها (حداکثر ۲ درس)							

- ردیف های ۷ تا ۱۱ بر اساس انتخاب اساتید راهنما و تایید گروه آموزشی می‌باشند.

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	**تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های الکترونیکی (متریونیک ۱)**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Theory and Fabrication Technology of Electronic Devices (Materionics ۱)**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	–		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**دروس جبرانی**		**تخصصی اجباری** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی تئوریک و کاربردی با فناوری‌های و روش‌های ساخت مواد و ادوات مورد استفاده در زمینه الکترونیک

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر روش‌های ساخت مواد فلزی، سرامیکی و پلیمری

معرفی مواد الکترونی و روش‌های ساخت آنها (الکتروسرامیک‌ها، مواد مغناطیسی و ...)

فناوری لایه نشانی و ساخت لایه‌های نازک شامل CVD, PVD, MBE, ALD, …

مروری بر فناوری CMOS

خالص‌سازی و رشد بلور سلیکیون

رشد اکسید حرارتی

زدایش

نفوذ آلاینده‌ها

کاشت یونی

لیتوگرافی

فناوری Back-end (Metallization and packaging)

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

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:

- P. Van Zant, "Microchip Fabrication", McGraw-Hill, ۶th Edition, ۲۰۱۴.
- J. D. Plummer, M. D. Deal, and P. D. Griffin, Silicon VLSI Technology, Fundamentals, Practice and Modeling, ۲nd ed., Prentice Hall, ۲۰۰۸.
- R. C. Jaeger, Introduction to Microelectronic Fabrication, ۲nd ed., Prentice Hall, ۲۰۰۲.
- S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, ۳rd ed., Wiley, ۲۰۰۶.
- S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, ۳rd ed., Wiley, ۲۰۱۳.
- Y. Poplavko, Electronic Materials: Principles and Applied Science, ۱st ed., Elsevier, ۲۰۱۸.

عنوان درس به فارسی:	مشخصه یابی مواد الکترونی و افزاره های الکترونیکی (متریونیک ۲)		
عنوان درس به انگلیسی:	Electronic Material and Device Characterization (Materionics ۲)		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی		تخصصی اجباری ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با تکنیک‌های مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های مورد استفاده در الکترونیک و مبانی تئوری آنها

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر روش‌های مشخصه‌یابی و آنالیز مواد الکترونی و فازاره‌های الکترونیکی

مشخصه‌یابی افزاره‌های الکترونیکی:

مشخصه‌یابی مقاومت ویژه

مشخصه‌یابی چگالی حامل

مشخصه‌یابی اتصالات اهمی و شاتکی

مشخصه‌یابی ولتاژ آستانه، طول کانال و مقاومت سری

مشخصه‌یابی نواقص

مشخصه‌یابی ضخامت اکسیدو بارهای سطحی و متحرک

مشخصه‌یابی قابلیت تحرک حامل‌ها

مشخصه‌یابی مواد الکترونی:

مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های الکترونیکی مبتنی بر تکنیک‌های نوری: میکروسکوپ نوری، الیپسومتری، طیف‌نگاری رامان و فوتولومینسانس

مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های الکترونیکی مبتنی بر پروب STM, AFM, SPM

مشخصه‌یابی مواد و افزاره‌های الکترونیکی مبتنی بر اشعه‌های الکترونی، یونی، ایکس و گاما

آنالیز قابلیت اطمینان و خرابی

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

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:

- D. K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, ۳rd ed., Wiley- IEEE Press, ۲۰۱۵.
- S. M. Sze and K. K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, ۳rded, Wiley, ۲۰۰۶.
- S. M. Sze and M. K. Lee, Semiconductor Devices: Physics and Technology, ۳rd ed., Wiley, ۲۰۱۲.
- S. K. Sharma, Handbook of Materials Characterization, ۱st ed., Springer, ۲۰۱۸.

عنوان درس به فارسی:	اصول، مفاهیم، و انواع مواد الکترونی از دیدگاه علم مواد (متریونیک ۳)		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamental, Theory and Type of Electronic Materials from Materials Science Point of View (Materionics ۳)		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	–		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی		تخصصی اجباری ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با اصول، مفاهیم، و انواع مواد الکترونی از دیدگاه مهندسی و علم مواد

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر مواد الکترونی هوشمند/عملکردی (functional) در صنایع الکترونیک، رایانه، انرژی، مهندسی پزشکی، ارتباطات، و ابزار دقیق (instrumentation)

مقدمه‌ای بر هدایت الکترونی در مواد فلزی، سرامیکی، نیمه هادی، مغناطیسی، و ابررسانا

مقدمه‌ای بر تاثیر اندازه و نوع مواد مانند مواد نانو، مواد بایو، مواد نانوبایو، و مواد لایه نازک و پوشش‌ها بر هدایت الکترونی

تاثیر خواص فیزیکی، شیمیایی، و پیوند اتمی مواد بر هدایت الکترونی

اصول هدایت الکترونی و یونی در فلزات، دای‌الکتریک/سرامیکی/ابرخاذن، پیزوالکتریک، ترموالکتریک، و غیرو

اصول هدایت الکترونی در نیمه هادی‌ها

اصول و مفاهیم مقاومت، تحرک (موبیلیتی)، سرعت، و جنبش (موشن) الکترونی در مواد

مهندسی باند گپ و الکترون حفره در مواد نیمه هادی، الکترو/فتو/نانوبایوکاتالیستی، و سلول‌های خورشیدی

ابررسانایی در مواد و حرکت زوجی الکترون‌ها، تئوری BCS، و غیرو

اصول سرعت التیام در مواد مهندسی پزشکی (پلیمری، آلی/معدنی) با تاکید بر تاثیر حرکت الکترون‌ها

الکترون و خواص/میدان مغناطیسی

الکترون و خواص اپتیکی

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

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:

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Electrical, Electronic and Magnetic Properties of Solids, Springer, K. G. Subhadra et. al., ۲۰۱۴.
- Electronic Materials Science by Eugene A. Irene ۲۰۰۵.
- Electronic Properties of Materials by Rolf E. Hummel ۲۰۱۱.
- Nanostructured Semiconductors from Basic Research to Applications ۲۰۱۴.
- Advanced Electrical and Electronics Materials ۲۰۱۵.
- Advances in Nanoengineering Electronics, Materials and Assembly ۲۰۰۷.
- Principles of Electronic Materials and Devices. McGraw-Hill, Kasap, S.O., ۲۰۱۷.
- An Introduction to Electronic Materials for Engineers, Wei Gao, Zhengwei Li, Nigel Sammes, World Scientific, ۲۰۱۱.
- Electronic structure and the properties of solids: The Physics of the Chemical Bond," W. A. Harrison, ۱۹۸۹.

عنوان درس به فارسی:	الکترونیک کوانتمی		
عنوان درس به انگلیسی:	Quantum Electronics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی	تخصصی انتخابی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

آشنایی با مبانی و مفاهیم نظری الگوهای ریاضی و فیزیکی رفتار حامل‌های بار الکتریکی در افزاره‌های نوین الکترونیکی و نوری

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

پیدایش الگوهای کوانتومی

معادله‌ی موج شرودینگر

انتشار الکترون در ساختارهای چاه-کوانتومی

حالت‌های ویژه، عملگرها

نوسانگرهای هماهنگ

فرمیون‌ها و بوزن‌ها

اختلال مستقل از زمان

اختلال وابسته به زمان

تکانه‌ی زاویه‌ای و اتم هیدروژن

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- A. Goswami, Quantum Mechanics, ۲nd ed., Waveland Press Inc., ۲۰۰۳
- A. F. J. Levi, Applied Quantum Mechanics, ۲nd ed., Cambridge University Press, ۲۰۰۶

- V. Mitin, D. Sementsov and N. Vagidov, Quantum Mechanics for Nanostructures, Cambridge University Press, ۲۰۱۰.
- J. Singh, Quantum Mechanics: Fundamentals and Applications to Technology, Wiley, ۱۹۹۶.
- A. Yariv, An Introduction to Theory and Applications of Quantum Mechanics, Wiley, ۱۹۸۲.

عنوان درس به فارسی:	ابزار دقیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Instrumentation	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی	تخصصی انتخابی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنا نمودن دانشجویان با ساختار سیستم‌های ابزار دقیق، روش‌های جدید اندازه‌گیری و تحولات جدید فناوری در زمینه ادوات سیستم‌های کنترل

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر تحولات سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق

مشخصه‌های ادوات ابزار دقیق

مبدل‌های ثانویه

پردازش سیگنال‌های خطی

فیلترها

پردازش سیگنال‌های غیر خطی

نویز و عملکرد سیستم

مبدل‌های A/D

پردازش سیگنال‌های دیجیتال

اندازه گیری تغییر مکان، نیرو، دما، فشار، دبی، سطح

اندازه گیری سایر کمیت‌ها

سنسورهای نوری

سنسورهای هوشمند

استانداردها

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

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:

- T. R. Padmanabhan, Industrial Instrumentation Principles and Design, Springer ۲۰۰۰.
- Alan S. Morris and Reza Langari, Measurement and Instrumentation Theory and Application, Second Edition, Elsevier, ۲۰۱۶.
- Dominique Placko, Fundamentals of Instrumentation and Measurement, Wiely, ۲۰۰۷.

عنوان درس به فارسی:	نانوتکنولوژی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanotechnology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	فیزیک الکترونیک	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی انتخابی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

آشنایی با تئوری، مواد، قطعات و فناوری‌های نانومتری

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر فناوری‌ها و مواد نانومتری، فناوری نانومتری الکترونیکی CMOS، روش‌های سنتز مواد و بیومواد نانومتری

نانوالکترونیک: افزاره‌های نانومتری، هدایت در نانوترانزیستورها. روش‌های کاهش سایز در ترانزیستورها از میکرومتر به نانومتر، مکانیزم جریان بالیستیک، تونل زنی کوانتمی، مقایسه روش‌های ساخت قطعات نانومتری شامل فتولیتوگرافی و نانولیتوگرافی

قطعات نانوالکترونیکی: ترانزیستور تک الکترونی (Single Electron Device-SET)، قطعات دیودی و ترانزیستوری تونلی رزونانسی (Resonant Tunnel Devices-RTD)، ساختارهای کوانتمی شامل نقطه کوانتمی، سیم کوانتمی و چاه کوانتمی، قطعات میکروالکترومکانیکی میکرومتری و نانومتری: MEMs و NEMs

مواد و قطعات نانوارگانیکی الکترونیکی: گرافن (Graphene)، فولرین (Fullerene-C۶۰)، نانولوله‌های کربنی تک جداره و چند جداره (Carbon Nanotube-CNT)، پلیمرها برای ساخت دیودهای نوری نانومتری (Nano-LEDs)

نانومغناطیس‌ها برای کاربردهای الکترونیکی: خاصیت Anisotropy، اسپینترونیک (Spintronics)، قطعات ذخیره‌سازی اطلاعات شامل حافظه‌های الکتریکی RAM، حافظه‌های مغناطیسی MRAM، حافظه‌های با حجم زیاد مغناطیسی هارد دیسک (Hard Disk Drives)

روش‌های مشاهده مواد و قطعات نانومتری: روش‌های مشاهده و ساخت از پایین به بالا (Bottom-Up)، روش‌های مشاهده نانو-اسپکتروسکوپی سطحی و نزدیک سطحی (Nano-Spectroscopy)، روش‌های مشاهده الکترونی جاروبی (Scanning Electron Microscope) شامل SEM و TEM، روش‌های مشاهده نوری و اشعه ایکس شامل X-ray Fluorescence and Absorption Spectroscopy و XPS و SNOM، روش‌های مشاهده پروبی (Scanning Probe Techniques) شامل میکروسکوپ‌های SPM و STM و AFM

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

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:

- Nanoelectronics and Information Technology by Rainer Waser, Wiley-Vch, second edition
- Nanotechnology by Gregory Timp, Springer
- Nanoscale Transistors by Mark Lundstrom, Springer
- Nanotechnology and Nanoelectronics by W. R. Fahrner
- The Nanoscope, Encyclopaedia of Nanoscience and Nanotechnology by Parag Diwan
- Nanotechnology, Principles and Practices by Sulabha K. Kulkarni
- Nano Science and Technology by Zikang Tang and Ping Sheng
- Introductory Nanotechnology by Robert Preidt, Laura Costlow and April Peter

عنوان درس به فارسی:	نانوالکترونیک (مهندسی برق)		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanoelectronics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	الکترونیک کوانتمی	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی	تخصصی انتخابی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: شبیه‌سازی کامپیوتری

هدف کلی:

کاربرد مفاهیم کوآنتومی در توصیف و مشخصه‌یابی الکترونیکی سیستم‌های نانومتری

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر تاریخچه افزاره‌های نانومتری، مفاهیم اولیه انتشار جریان در ساختارهای نانومتری

کوانتیزه شدن رسانایی الکتریکی، اثر جریان حامل‌های روی جریان الکتریکی، حل همزمان معادلات شرودینگر و پوآسن، Single Electron Transistor، استخراج قانون اهم از دیدگاه میکروسکوپیک

حل معادله شرودینگر برای سیستم‌های پیچیده چند بعدی و بس ذره‌ای، روش میدان خودسازگار SCF، تقریب‌های هارتری-فاک (HF) و نظریه تابع چگالی (DFT)

مفهوم توابع پایه و استفاده از آن برای حل معادله شرودینگر، فرم ماتریسی معادله شرودینگر یا معادلات در روش‌های تقریبی، مفهوم ماتریس چگالی

مفهوم ساختار نوار انرژی و زیرنوارهای انرژی در ساختارهای سه‌بعدی، دوبعدی، تک بعدی و صفر بعدی، مثال‌هایی مانند گرافن و نانولوله-های کربنی

سیستم‌های کوانتمی باز، پهن‌شدگی نوارهای انرژی، مفهوم خودانرژی Self Energy، تبادلی ذره و مفهوم طول عمر ذرات و ارتباط آن با پهن‌شدگی نوارهای انرژی

فرمالیزم انتقال تابع گرین غیر تعادلی NEGF، محاسبه مشخصه طیف انتقال حامل‌ها در یک سیستم کوانتمی باز، محاسبه مشخصه جریان-ولتاژ یک سیستم نانومتری

بررسی پیاده‌سازی‌های نرم‌افزاری مبتنی بر DFT، نحوه بکارگیری پیاده‌سازی‌های نرم‌افزاری مانند Transiesta ATK

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

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:

- S. Datta, Quantum Transport: Atom to Transistor, Cambridge University Press, ۲۰۱۳.
- S. Datta, Electronic Transport in Mesoscopic Systems, Cambridge University Press, ۱۹۹۷.
- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, ۱۹۷۶.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, ۸th ed., Wiley, ۲۰۰۴.
- M. Brandbyge, et al, Density-Functional method for Nonequilibrium Electron Transport, Physical Review B, ۶۵, ۲۰۰۲.
- K. Stokbro, et al, Ab-Initio Non-Equilibrium Green's Function Formalism for Calculating Electron Transport in Molecular Devices, Lecture Notes in Physics ۶۸۰, ۱۱۷-۱۵۱, ۲۰۰۵.

عنوان درس به فارسی:	شبیه‌سازی افزاره‌های نیم‌رسانا		
عنوان درس به انگلیسی:	Simulation of Semiconductor Devices	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی	تخصصی انتخابی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: شبیه‌سازی کامپیوتری

هدف کلی:

آشنایی با روش‌های نظری و شبیه سازی محاسبه خواص مواد و عملکرد افزاره‌های نیم رسانا در ابعاد نانو و اتمی

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مروری بر نظریه کوآنتومی، تابع موج و معادله شرودینگر، اصل عدم قطعیت، معادله شرودینگر برای چاه پتانسیل تک بعدی، پدیده تونل‌زنی کوآنتوم مکانیکی، مقادیر ویژه و توابع ویژه برای معادله شرودینگر

نمایش دیراک(bra-ket)، حل تحلیلی معادله شرودینگر برای اتم تک الکترونی هیدروژن، مروری بر اوربیتال‌های اتمی و ساختار الکترونی عناصر جدول تناوبی

معرفی و مرور روش‌های شبیه‌سازی در ابعاد نانومتری و اتمی، روش‌های شبیه‌سازی خواص مواد در ابعاد اتمی (Quantum Monte Carlo ، Hartree-Fock)، محاسبه نیروهای بین اتمی و پیدا کردن ساختار اتمی با مینیمم انرژی، ماهیت پیوندهای شیمیایی بین اتم‌های همسان و غیر همسان

روش‌های حل معادله شرودینگر در سیستم‌های بس ذره‌ای، الکترون‌ها بعنوان ذرات همسان، تقارن تابع موج سیستم‌های بس ذره‌ای، اصل انحصار پائولی، نوارهای انرژی

تقریب Hartree- Fock ، بررسی اتم هلیوم، بسط تابع موج روی توابع پایه متفاوت، تابع موج تخت، مدارهای اسلاتر، توابع گوسی، اربیتال‌های عددی

نظریه تابع چگالی DFT، قضیه Hohenberg- Kohn، معادلات Kohn- Sham برای سیستم‌های بس ذره‌ای، تابع انرژی Exchange-Correlantion

محاسبه نیروهای بین اتمی در DFT، مقایسه DFT با روش Hartree-Fock، کاربردهای عملی، محاسبه آرایش اتمی و خواص الکترونی ساختارهای نانو

پیاده‌سازی‌های مختلف DFT، نرم‌افزارهای کاربردی و کاربردهای آنها، گیاده سازی بر اساس توابع پایه موج تخت مانند ABINIT و Quantum Espresso، پیاده‌سازی بر اساس اربیتال‌های عددی مانند SIESTA، مثال‌هایی از کاربردها مانند: بررسی لایه‌ی عایق گیت در ترانزیستورهای نانومتری، بررسی خواص و کاربردهای مواد دوبعدی و تک‌بعدی به عنوان حسگر و ...

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

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:

- A. V. Krasheninnikov, Introduction to Electronic Structure Calculations, Lecture Notes, University of Helsinki, http://beam, acclab.heosinki.fi/~akrashen/esctmp.html, ۲۰۰۲.
- R. M. Martin, Electronic Structure Basic Theory and Practical Methods, Cambridge University Press, ۲۰۱۰.
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, Wiley, ۲۰۰۰.
- N. Ashcroft and N. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, ۱۹۷۶.
- M. C. Payne et al., Iterative Minimization Techniques for Ab Initio Total Energy Calculations: Molecular Dynamics and Conjugate Gradient, Rev. Mod. Phys., Vol. ۶۴, pp. ۱۰۴۵-۱۰۹۲, ۱۹۹۲.
- J. M. Soler et al., The SIESTA Method for Ab Initio Order- N Material Simulation, J. Phys.: Cond. Matter, Vol. ۱۴, pp. ۲۷۴۵-۲۷۷۹, ۲۰۰۲.

عنوان درس به فارسی:	الکترونیک ارگانیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Organic Electronics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	فیزیک الکترونیک	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی انتخابی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

آشنایی با تئوری، مواد، قطعات و فناوری‌های الکترونیک ارگانیک

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

اجزای ارگانیک الکترونیک: شیمی نیمه هادی‌های ارگانیک، نیمه هادی‌های پلیمری، خواص مولکولی و فیزیکی مواد ارگانیک، تکنیک‌های لایه نشانی، خواص الکتریکی و اپتیکی، انواع p و n نیمه هادی‌های ارگانیک، مکانیسم ترابری بارها، ایجاد کنتاکت‌ها و تزریق بار

ساخت مدارات از مواد ارگانیک: پارامترهای مهم مواد جهت مدارات ارگانیک، مقدمه‌ای بر جوهر، عناصر کلیدی هادی: لوله الکترونی، سیم‌ها، مقاومت‌ها و رابط‌ها، کلیات طراحی به کمک جوهر، جوهرهای لیتوگرافیک، پرینتر با جوهر برای چاپ مدارات، قالب‌های پلاستیکی، لیتوگرافی نرم، چاپ مایکروکنتاکت‌ها، تک لایه‌های روی سطح

خواص الکتریکی ترانزیستورها و مدارات ارگانیک: ساختار ابزارهای ارگانیک، ساخت ترانزیستورهای ارگانیک (OFET)، اندازه گیری پارامترها و مشخصه‌ها و مدل سازی، مدارهای مکمل با ترانزیستورهای ارگانیک، راندمان

کاربردها: دیودهای نوری ارگانیک، نمایشگر، حافظه‌ها، آشکار سازهای شیمیایی و مولکولی

الکترونیک مولکولی: ابزارهای تک مولکولی، تنظیم کردن مولکول‌ها، خود جابجایی، CNT و C_{60} برای الکترونیک ارگانیک

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

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:

- Organic Electronics: Materials, Manufacturing and Applications by Klauk, Wiley, ۲۰۰۶.
- Printed Organic and Molecular Electronics by D. Gamota, Kluwer Academic Publishers, ۲۰۰۴.
- Molecular Electronics by Michael C. Petty, Wiley, ۲۰۰۷.

عنوان درس به فارسی:	**اصول و کاربرد لایه‌های نازک**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Fundamentals and Applications of Thin Films**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	دروس جبرانی		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۲**		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۳۲**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی در درک اهمیت لایه‌ها و پوشش‌های نازک

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر لایه‌ها و پوشش‌های نازک

الفاظ و اصطلاحات تخصصی در مفاهیم لایه‌ها و پوشش‌های نازک

عملکرد و کاربردهای لایه‌ها و پوشش‌های نازک

آشنایی با مواد مصرفی در لایه‌ها و پوشش‌های نازک

روش‌های مختلف تولید لایه‌ها و پوشش‌های نازک

اندازه نانو و نانوتکنولوژی

مواد هوشمند و کاربردی

مهندسی و علم مواد

تکنیک‌های رسوبی از بخار

تکنیک‌های رسوبی از نوع الکتروفورتیک

تکنیک‌های رسوبی از نوع حرارتی و پاششی

مشخصه‌یابی لایه‌ها و پوشش‌های نازک

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Nanostructured Thin Films: Fundamentals and Applications (Volume ۱۴), Elsevier ۲۰۱۹.
- Thin Film Fundamentals, New Age International, ۲۰۰۶.
- Thin Film Metal-Oxides, Fundamentals and Applications in Electronics and Energy, Springer, ۲۰۱۰.
- Recent Advances in Thin Films, Springer, ۲۰۲۰.
- Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings, Springer, ۲۰۱۹.
- Oxide Thin Films, Multilayers, and Nanocomposites, Springer, ۲۰۱۵.

عنوان درس به فارسی:	**بیونانوتکنولوژی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**BioNanoTechnology**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	دروس جبرانی		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با اصول و مبانی بیونانوتکنولوژی به منظور درک اهمیت محصولات زیست سازگار

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر الفاظ و اصطلاحات تخصصی در مفاهیم بیوتکنولوژی و نانوتکنولوژی

عملکرد و کاربردهای مواد زیست سازگار

عملکرد و کاربردهای نانوذرات زیستی

اصول ساختاری در ارتباط بین نانو و بیو

اندازه نانو

تخلخل در اندازه نانو

پدیده‌های سطح، خواص سطح و ترشوندگی

مواد زیست سازگار فلزی، سرامیکی، پلیمری و ترکیبی

مشخصه‌یابی نانومواد و بیونانومواد

ارزیابی زیست سازگاری

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

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:

- Bionanotechnology: Principles and Applications, CRC Press, ۲۰۱۸.
- Nanobiotechnology, A Technological Revolution, Lap Lambert Academic Publishing, ۲۰۱۸.
- Nanobiotechnology: Concepts and Applications in Health, Agriculture, and Environment, CRC Press, ۲۰۲۰

عنوان درس به فارسی:	**نانوالکترونیک (مهندسی مواد)**		
عنوان درس به انگلیسی:	**NanoElectronic**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	دروس جبرانی		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۲**		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۳۲**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آشنایی با مواد الکترونیک مورد استفاده در صنایع الکترونیک و نانوالکترونیک

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر الفاظ و اصطلاحات تخصصی در مفاهیم نانوالکترونیک

عملکرد و کاربردهای نانومواد در صنعت نانوالکترونیک

آشنایی با مواد نیمه‌هادی در تجهیزات نانوالکترونی

اصول و تئوری هدایت الکترونی و یونی

اندازه نانو و نانوتکنولوژی

مواد هوشمند و کاربردی

مواد هادی، نیمه‌هادی و عایق

مواد مغناطیسی، ابررسانا، و فرامواد

نانومواد، بایومواد، و نانوبایومواد

اصول و تکنیک‌های فتولیتوگرافی

مشخصه‌یابی مواد نانوالکترونیک

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

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:

- Nanoelectronic Materials, Fundamentals and Applications, Springer, ۲۰۱۹.
- Nanoelectronics, ۱st Edition, Devices, Circuits and Systems, Elsevier, ۲۰۱۸.
- Introduction to Nanoelectronics, Science, Nanotechnology, Engineering, and Applications, Cambridge University Press, ۲۰۰۸.
- Microelectronics to Nanoelectronics: Materials, Devices & Manufacturability, ۱st Edition, CRC Press, ۲۰۱۲.

عنوان درس به فارسی:	**فیزیک حالت جامد پیشرفته**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Solid-State Physics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	کوانتوم الکترونیک		**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

بررسی ارتباط خواص ماکروسکوپی (رسانایی الکتریکی، رسانای گرمایی و ...) و ساختاری (بلوری، ثابت شبکه، و اتم پایه) جامدات

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- نظریه درود درباره فلزات
- نظریه زومرفلد درباره فلزات
- کاستیهای مدل الکترون آزاد
- شبکه‌های بلوری
- شبکه وارون
- تعیین ساختار بلور بوسیله پراش پرتو ایکس
- ترازهای الکترون در یک پتانسیل دوره ای: ویژگیهای عام
- الکترونها در یک پتانسیل دورههای ضعیف
- روش تنگ بست
- روشهای دیگر برای محاسبه ساختار نواری
- مدل نیمه متعارف پویایی الکترونها
- نظریه نیمه متعارف رسانش در فلزات

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

تکالیف، پروژه، ارائه سمینار

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:

- ۱ .C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, ۸th ed., Wiley, ۲۰۰۴.
- ۲ .M. Razeghi, Fundamentals of Solid State, Engineering, ۳rd ed., Springer, ۲۰۰۹.
- ۳ .N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics, Cengage Learning, ۱۹۷۶.
- ۴. S. S. Li, Semiconductor Physical Electronics, ۲nd ed., Springer, ۲۰۰۶.

عنوان درس به فارسی:	نانومغناطیس ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanomagnetism	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	دروس جبرانی	تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۲	اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۳۲	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

هدف کلی:

آموزش جامع در خصوص مواد مغناطیسی، انواع خواص مغناطیسی، و اصول علمی پدیده مغناطیس بویژه رفتارهای مغناطیسی مواد در مقیاس نانو

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر خواص مغناطیسی در جامدات
- تعریف خواص و پارامترهای مغناطیسی
- روش های مشخصه یابی خواص مغناطیسی
- دسته بندی انواع مواد مغناطیسی و معرفی مواد مغناطیسی مختلف (فلزی و سرامیکی)
- ساخت و فرآوری مواد مغناطیسی (متداول و نانوساختارها)
- خواص فیزیکی نانوساختارهای مغناطیسی
- مدل های میکرومغناطیس
- کاربرد مواد مغناطیسی و نانومغناطیس ها
- آینده مواد مغناطیسی و نانومغناطیس ها

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

تکالیف، پروژه، ارائه سمینار

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:

- ۱ . C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, ۸th ed., Wiley, ۲۰۰۴.
- ۲. B. D. Cullity C. D. Graham, Introduction to Magnetic Materials, ۲nd ed., Wiley, ۲۰۰۹
- ۲ . A.P. Guimarães, Principles of Nanomagnetism, Springer, ۲۰۰۹.
- ۳ . C. O'Handley, Modern Magnetic Materials: Principles and Applications, Wiley, ۱۹۹۹.
- ۴. C. Binns, Nanomagnetism: Fundamentals and Applications, Elsevier, vol. ۶, ۱st ed., Elsevier, ۲۰۱۴.