دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی ارشد

رشته : نانو فیزیک

پردیس علوم

مصوب جلسه مورخ ۸۴/۸/۲۴ شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس مصوبه جلسه ۵۵۴ مورخ ۸۴/۵/۸ شورای برنامه ریزی آموزش عالی مبنی بر ضرورت ایجاد رشته نانو فیزیک و مطابق با مواد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاهها، توسط اعضای هیات علمی دانشکده فیزیک پردیس علوم تدوین شده و در یکصد و بیست و دومین جلسه شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه مورخ ۸۴/۸/۲۴ به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

رشته : نانو فیزیک

مقطع : کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد نانو فیزیک که توسط اعضای هیات علمی دانشکده فیزیک پردیس علوم تدوین شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه برسد .

سید حسین حسینی
معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه

جلیل راشد محصل
دبیر شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۸۴/۸/۲۴ شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه در مورد تدوین برنامه درسی رشته نانو فیزیک در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

عباسعلی حمید زنجانی
رئیس دانشگاه

فصل اول

مشخصات کلی رشته

فصل اول

مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد رشتهٔ نانو فیزیک

مقدمه : دانشکده فیزیک دانشگاه تهران پس از سالها تجربه در تدریس برنامهٔ کارشناسی ارشد و دکتری رشتهٔ فیزیک با توجه به رشد چشمگیر در علم و فناوری سیستم های نانو متری اقدام به تاسیس یکی از رشتهٔ علوم و فناوری نانو با نام نانو فیزیک نموده است . برنامه درسی این دوره در جلسات متعدد شورای تحصیلات تکمیلی و شورای تخصصی نانو فیزیک متشکل از اساتید برجسته و صاحب نام در این رشته مورد بررسی قرار گرفت و به صورت این برنامه تدوین شده است. متولی حسن اجرای این برنامه دانشکدهٔ فیزیک دانشگاه تهران است .

۱ ـ تعریف و هدف

این دوره جهت تربیت و آماده سازی دانشجویان مقطع بالاتر از کارشناسی برای انجام تحقیق و پژوهش در یکی از زمینه های تخصصی علوم و فناوری نانو و همچنین جهت همکاری در امر تدریس در دانشگاهها و موسسات آموزش عالی تدوین شده است.

۲ ـ طول دوره :

طول دوره کارشناسی ارشد رشتهٔ نانو فیزیک ، حداقل و حداکثر مجاز تعداد واحدهای در هر ترم و سایر مقررات این برنامه مطابق آئین نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد دانشگاه تهران است . حداکثر تعداد کل واحدهای دوره کارشناسی ارشد نانو فیزیک ۳۲ واحد می باشد.

۳ ـ واحدهای درسی :

تعداد واحدهای لازم برای گذرانیدن دوره کارشناسی ارشد نانو فیزیک به شرح زیر می باشد

الف : دروس الزامی ۹ واحد از جدول شماره۱

ب : دروس الزامی تخصصی ٦ واحد از جدول شماره ۲

ج : دروس اختیاری حداقل ٦ واحد از جدول شماره ۳

د : تحقیق و پژوهش ۸ واحد شامل پایان نامه

– دروس جدید به پیشنهاد دانشکده فیزیک و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده به جداول الزامی تخصصی و اختیاری اضافه می شود.

- انتخاب دروس اختیاری باید با نظر استاد راهنما از دروس اختیاری باشد

- دروس پیشنهادی مورد نیاز با نظر استاد راهنما تا حداکثر واحدهای مجاز دوره باید از دروس اختیاری یا دروس اختیاری و الزامی تخصصی گرایشهای حالت جامد و اتمی ملکولی رشته فیزیک اخذ شود.

- دروس کمبود جبرانی پذیرفته شدگان با نظر استاد راهنما باید اخذ شود.

۴ ـ شرایط ورود:

شرایط داوطلبان ورود به دوره کارشناسی ارشد عنانو فیزیک و نحوه گزینش آن به شرح زیر است :

۴ـ۱ دارا بودن مدرک کارشناسی فیزیک وشیمی و ریاضی و زیر گروههای مهندسی متالورژی و مواد، شیمی، برق، مکانیک

۴ـ۲ موفقیت در امتحانات ورودی این دوره با شرایط اعلام شده از سوی وزارت علوم، تحقیقات وفناوری و طبق ضوابط سازمان سنجش آموزش کشور.

ـ نقش و توانائی فارغ التحصیلان : فارغ التحصیلان این دوره قادرند در مراکز صنعتی و تحقیقاتی درکلیه زمینه های مربوط به نانوو فناوری به فعالیت بپردازند. این فارغ التحصیلان همچنین می توانند در مراکز آموزشی به عنوان کارشناسی ارشد فعالیت نمایند.

۶ ـ آزمون ورودی: مواد امتحان ورودی عبارتند از :

ردیف	مواد امتحانی	ضرائب
۱	**الکترو مغناطیس** (شامل دروس فیزیک پایه ۲و الکترو مغناطیس۱و الکترو مغناطیس ۲)	۳
۲	**مکانیک کوانتومی** (شامل دروس فیزیک جدیدو مکانیک کوانتومی۱و مکانیک کوانتومی۲)	۳
۳	**حالت جامد ۱**	۲
۴	**زبان تخصصی**	۱

۶ـ۱ محتوا و سطح دروس فوق همان محتوای مندرج در برنامه کارشناسی فیزیک می باشد،

فصل دوم

جداول دروس

دانشگاه تهران
دانشکده برنامه ریزی و مدیریت

فصل دوم

جدول شماره ۱

برنامه درسی دوره : کارشناسی ارشد

رشته : نانو فیزیک

دروس : الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز یا هم نیاز
			جمع	نظری	عملی	
۱	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۲	مکانیک کوانتومی پیشرفته ۲	۳	۴۸	۴۸		پ مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱
۳	مکانیک آماری پیشرفته ۱	۳	۴۸	۴۸		ندارد
	جمع	۹	۱۴۴	۱۴۴	—	

دانشگاه تهران
واحد برنامه ریزی آموزشی

جدول شماره ۲

برنامه درسی دوره : کارشناسی ارشد

رشته : نانو فیزیک

دروس : الزامی تخصصی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز یاهم نیاز
			جمع	نظری	عملی	
۱	حالت جامد پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	—	ندارد
۲	فیزیک محاسباتی سیستم های نانو متری	۲	۳۲	۳۲	—	ندارد
۳	آزمایشگاه نانو فیزیک ۱	۱	۳۲	—	۳۲	ندارد
	جمع	۶	۱۱۲	۸۰	۳۲	

دانشگاه تهران
معاونت آموزشی برنامه ریزی و نظارت

جدول شماره ۳

برنامه درسی دوره : کارشناسی ارشد

رشته : نانو فیزیک

دروس : اختیاری

ردیف	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش نیاز یا هم نیاز
			جمع	نظری	عملی	
۱	فیزیک لایه های نازک و سطح	۳	۴۸	۴۸	—	ندارد
۲	روشهای آنالیز نانو ساختارها	۳	۴۸	۴۸	—	ندارد
۳	نانو ذرات و کاربردهای آن	۳	۴۸	۴۸	—	ندارد
۴	طیف سنجی لیزری	۳	۴۸	۴۸	—	ه الکترودینامیک۱
۵	فیزیک و نانو فناوری قطعات	۳	۴۸	۴۸	—	پ حالت جامد پیشرفته
۶	الکترودینامیک ۱	۳	۴۸	۴۸	—	ندارد
۷	آزمایشگاه نانو فیزیک ۲	۱	۳۲	—	۳۲	پ آزمایشگاه نانوفیزیک۱
	جمع	۱۹				

از جدول شماره ۳ حداقل ۶ واحد باید توسط دانشجو اخذ شود.

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی

فصل سوم

سرفصل دروس

دانشگاه تهران
دفتر برنامه ریزی آموزشی

آزمایشگاه نانو فیزیک ۱

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

۱ ـ روشهای لایه نشانی

الف ـ لایه نشانی در خلاء (روش تبخیر)

ب ـ پوشش دهی چرخی *(Sol – gel spin Coating)*

ج ـ لایه نشانی به روش عمقی *(Deep Coating)*

۲ ـ مبانی طیف سنجی نوری

الف ـ اندازه گیری طیف جذب لایه های ساخته شده در بخش ۱

ب ـ مطالعه تابش فلور سانس نانو ذرات (ماتریس ها شامل نانو ذرات)

ج ـ *FTIR*

۳ ـ ضخامت سنجی لایه های نازک به روش اپتیکی

۴ ـ روشهای ساخت نانو ذرات

الف ـ روش تبادل یون

ب ـ روش *Sol – gel*

ج ـ روش لایه نشانی

K هماهنگی های لازم برای انجام آزمایشهای فوق به عهده استاد درس از طریق رئیس دانشکده است.

دانشگاه تهران

آزمایشگاه نانو فیزیک ۲

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیش نیاز: آزمایشگاه نانو فیزیک ۱

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

۱ ـ مطالعه ذرات سطوح با کمک اشعه X

الف ـ *XRD*

ب ـ XRF

۲ ـ آشنایی با میکروسکوپ الکترونی

الف ـ *SEM*

ب ـ TEM

۳ ـ مطالعه نمایه و ساختار سطوح *(AFM)*

۴ ـ طیف سنجی رامان

۵ ـ روش *RBS (Raman Back Scateriy)*

K هماهنگی های لازم برای انجام آزمایشهای فوق به عهده استاد درس از طریق رئیس دانشکده است.

الکترو دینامیک ۱

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

الکترواستاتیک، حل مسائل مرزی الکترواستاتیک با استفاده از تابع Green روش تصویری، روش حل مسائل الکترواستاتیک توسط بسط توابع متعامد، بسط تابع Green در مختصات کروی و استوانه ای ، چند قطبی ها، حل مسائل مرزی در حضور عایق ها، مگنیتواستاتیک ، گشتاور مغناطیسی، روش های حل مسائل مرزی مگنیتواستاتیک، خود القایی والتا متقابل، معادلات ماکسوئل، قوانین بقا و خواص تبدلی میدان های الکترو مغناطیسی

مرجع درس :

1. *Classical Electrodynamics , J.D.Jackson, J. Wiley &Sons (1998)*

2. *Classical Electromagnetic Radiation ,(3rd Ed) M.A.Heald , J.B.Marion, Saunders College pub (1995)*

3. *Classical Electricity and Magnetism . M . Phillips ,Panofsky Addison – Wesley (1976)*

4. *Classical Electrodynamics , H.C.Ohanian , Prentice Hall (1991)*

دانشگاه تهران

روش های آنالیز نانو ساختارها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

طیف نگاری های الکترونی،روش های یون فرودی (برهمکنش های یون با نانو ساختارها، روش های میدان قوی *(STM , AFM)* ، روش های تصویر برداری نانو ساختارها *(STM, TEM)*، روش های تداخلی (الکترونی) تعیین نانو ساختارها،*روش های تداخلی (فوتونی) تعیین نانو ساختارها*،روش های فوتونی،روش های طیف نمایی ارتعاشی از سطح،روش های اپتیک میدان نزدیک ،روش های طیف سنجی نوری

مرجع درس :

۱) مبانی علم سطح در نانو تکنولوژی : روش های آنالیز سطح، فصل مشترک و لایه های نازک (جلد دوم) هادی سوالونی ، انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۸۵

2.Modern Techniques Of Surface Science: D. P. Woodruff And T. A. Delchar, Cambridge Universitg Press(1989)

3.Surface aralysis. John. Vicherman, John Wiley and Sons(1997)

4.Surface and thin film analysis, H. Bubert and H. Jenett, Wiley – VCH(2000)

5. Micro Structural charac terization of materials, D.Brandon, W.D.Kaplan, John Wiley & Sons(1999)

6. Introduction to Surface and thin film processes: J. A. Venadles, Camdridge University Press(2000)

دانشگاه تهران

طیف سنجی لیزری

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: الکترودینامیک ۱

سرفصل درس :

پرتو یابی در یک سیستم اپتیکی و باریکه های گاوسی، تشدید گرها و کاواکهای اپتیکی، تابش اتمی و جذب و نشر نور، تقویت نوساز و برانگیختگی لیزری، مشخصه های کلی لیزرها، انواع لیزر، پهنا و نمایه خطوط طیفی، ابزارها و تجهیزات طیف نگاری، طیف سنجی با کمک تابش فلورسانس، طیف سنجی غیر خطی، طیف سنجی لیزری در باریکه مولکولی، طیف سنجی لیزری رامان

مرجع درس :

1.Laser pectroscopy, (4th Ed) W. Demtroder, Springer(1996)

2.Laser Electronics, J. T. Verdeyen, Prentice – Hall Int. Ed(1989)

فیزیک حالت جامد پیشرفته

تعداد واحد:۳

نوع واحد:نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

شبکه های بلوری، شبکه معکوس، تعیین ساختمان بلور به پراش پرتو ـ ایکس، طبقه بندی شبکه های بریلوئن و ساختمان های بلوری، نظریه فلزات درود، نظریه فلزات زومرفلد، کاستی های (شکست های) مدل الکترون آزاد، ترازهای الکترونی در پتانسیل متناوب (دوره ای) :خواص عمومی، الکترون ها در پتانسیل تناوبی ضعیف، روش پیوند تنگ، روش های دیگر محاسبه ساختار نوار، خواص ترابرد، ساختار نواری فلزات

مرجع درس :

1. Solid State Physics, Ashcroft and Mermin , W. B . Saunders Company (1976)

2.Solid State Physics, Hook and Hall , John & Sonss (1991)

3. Solid State Physics, G. Grosso and G. P. Parravicini , Academic Press (2000)

4. Solid State Physics, H. Ibach & H.Luth , Springer (1996)

دانشگاه تهران
مرکز آموزش برنامه ریزی

فیزیک لایه های نازک و سطح

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

تعریف و اهمیت فیزیک سطح و فصل مشترک، روش های اندازه گیری ضخامت لایه و دستگاههای مرتبط با آن، روش های شیمیائی انباشت لایه نازک،روش های فیزیکی (کندوپاشی و روکش کاری یونی) انباشت لایه های نازک،تحلیل گرها انرژی الکترون، شبکه های دو بعدی ابرساختار و فضای معکوس، مکانیزم تشکیل لایه های نازک، چگونگی نظریه های هسته بندی یه روش های تجربی، مدل منطقه ای ساختار *(SZM)* و اثر پارامترهای انباشت در ساختار لایه های نازک، دینامیک شبکه سطحی،حالت های الکترونی سطح

مرجع درس :

۱) مبانی علم سطح در نانو تکنولوژی : فیزیک سطح، فصل مشترک و لایه های نازک (جلد اول) هادی سوالونی، انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۸۳

2.Surfaces And Interfaces Of Solid Materals , 3th Edition, H.Luth, Spriger(1996)

3.Physics Of Thin Films: Ludmila Eckertova, Plenum Press(1986)

4.Introduction Of Surface And Thin Film Processes: J. A. Venables, Cambridge University Press(2000)

5. Surface Science, the First thirty years, Charles B. Duke, North – holland(1994)

6. Surface Physics, 3rd Edition, M. Prutton, Clarendon Press(1992)

فیزیک محاسباتی سیستم های نانو متری

تعداد واحد :۲

نوع واحد :نظری

پیش نیاز : ندارد

هم نیاز : ندارد

سرفصل درس

۱ ـ محاسبات عددی شامل : محاسبات آماری مقدماتی ، بحث خطاها، تقریب توابع : برازش ـ درون یابی، مقدمه ای برمحاسبات عددی مدلهای فیزیکی، حل عددی دسته ،معادلات دیفرانسیل ،روشهای انتگرال گیری عددی، حل دستگاههای معادلات خطی و غیرخطی،روش شمارش جعبه ها *(Box Courting)*

۲ ـ شبیه سازی ،روش مونت کارلو(شامل : تولید اعداد تصادفی، اهمیت نمونه برداری، انتگرال گیری توابع ، در ابعاد بزرگ کاربرد در مسائل فیزیک آماری تعادلی و غیر تعادلی)،روش دینامیک ملکولی(شامل:شرایط مرزی، پتانسیل برهم کنش بین ذره ای، الگوریتم جابه جا کردن اتم ها روش ورله ، روش پیش بینی و تصحیح ، انتخاب بازه زمانی و قوانین پایستگی)، روشهای ابتدا به ساکن (Ab Initio Methods) ، آشنایی با برخی نرم افزارهای محاسباتی در سیستم های نانو متری

مرجع درس :

1. *Data Reduction and Error Analysis for the Physical Science,(Third edition)P. R. Berington, McGrawhill(2003)*

2. *Computational Physics, S. E.Koonin and,D. C.Meredith, Addison – Wesley(1990)*

3. *A First Course in Computational Physics, P. L. Devries, Jhon – Wley(1994)*

4. *An Introduction to Computational Physics,T. Pang Cambridge University Press(1997)*

5. *Computer Simulation Methods in theoretical Physics, Second Ed, D.W, Heermann, Springer(1990)*

دانشگاه تهران

فیزیک و نانو فناوری قطعات

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: حالت جامد پیشرفته

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

پدیده های ترابرد حامل ها ، پیوندگاه و پدیده های غیر تعادل در نیم رساناها · ایجاد پیوندگاه، نانو ترانزیستورها ، ترانزیستورهای تک قطبی، قطعات میکرو موج،کاربرد نانو ذرات در قطعات فوتونیکی، آشنایی با فرآیند وتکنولوژی ساخت قطعات نانو متری، قطعات مجتمع، نانومغناطیس ها، چاههای کوانتومی و نورگسیل ها (LED ، LD ...)، *فولرین و نانو لوله ها، نانو لیتوگرافی*

مرجع درس :

1.Semiconductor Physics And Technology , S. M. Sze, John Wiley(1990)

2.Semiconductor Physics And Devices, D. A. Neamen IRWIN(2001)

3.Modern Semiconductor Physics, S. M. Sze, John Wiley(1998)

4.Introduction to Nanotechnology, C. P. Poole And F. J. Owens, John Wiley(2003)

5.High Speed Semiconductor Devices, S. M. Sze, John Wiley(1990)

6.Semiconductor Physics, K. Seeger,Springer Verlag(1998)

7.Self – Assembled Nanostructures,J.Z.Zhang, Kluwer Academic(2003)

8.Nano electronics and Information Technology,R.Waser, Wiley VCH(2003)

9.Hand book of Nano Phase Materials, A.N.Goldstein, Marcel Decker Inc(1997)

دانشگاه تهران

مکانیک آماری پیشرفته (۱)

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

مروری برآمار و احتمالات ، برهم کنش بین سیستم های ماکروسکوپیک، سیستم ایزوله ، محاسبه مقادیر متوسط در مجموعه کانونیک ، مکانیک آماری در حال تعادل (کلاسیکی و کوانتومی) شامل انسامبلها و مدلهای حل شدنی از قبیل گاز کامل ومدل آیزینگ ، پدیده های بحرانی و افت و خیزهای تعادلی

مرجع درس :

1. Statistical Mechanics , (2nd Ed) R.K. Pathria Butterworth – Heinemann (1996)

2.Statistical Mechanics , K. Huang, Wiley (1987)

3.Statistical Mechanics , K. Reif, McGraw – Hill (1987)

4.Statistical Mechanics , S.K. Ma , World Scientific (1985)

5.Statistical Physics , Landau , Lifshitz , Pitaevskii , Elsevier (1980)

6 . A. Modern Course in Statistical Physics , E.Rrichle (2nd Ed) , Wiley (1998)

دانشگاه تهران

مکانیک کوانتومی پیشرفته (۱)

تعداد واحد:۳

نوع واحد:نظری

پیش نیاز:ندارد

هم نیاز:ندارد

سرفصل درس :

مفاهیم بنیادی ، معادله شرودینگر و کاربردهای آن ، نظریه تبدیل ـ انتگرالهای مسیر فاینمن و انتشارگر و کار بردهای آن ، اندازه حرکت زاویه ای ، تقارن در مکانیک کوانتومی ، مشکلات نظری مکانیک کوانتومی

مرجع درس :

Modern Quantum Mechanics , (2nd Ed)J.J.Sakurai Addison-Wesley (1. 1999)

2.Quantum Mechanics , (2nd Ed) E.Merzbacher,Wiley (1970)

3.Quantum Mechanics, A.S.Davydov, Addison-Wesley (1968)

Quantum Mechanics , (2nd Ed) H.A.Bethe&R.W.Jackiw,Benjamin (1968)
4.Intermediate

5.Quantum Mechanics , (3nd Ed)W.Greiner , Springer- Verlag (1985)

6.Lectures on Quantum Mechanics , G. Baym, Benjamin (1969)

7. Quantum Mechanics , A. Messiah , Wiley (1966)

8. Quantum Mechanics , L.E.Ballentine , Prentice – Hall (1990)

دانشگاه تهران

مکانیک کوانتومی پیشرفته (۲)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: مکانیک کوانتومی پیشرفته ۱

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

روشهای تقریبی ، ذرات یکسان ، نظریه اختلال وابسته به زمان و میزان گذار، نظریه پراکندگی ، آشنائی باکوانتش دوم (با ذکر کاربردهای عملی در بعضی مباحث فوق)

مرجع درس :

Modern Quantum Mechanics , (2nd Ed)J.J.Sakurai , Addison-Wesley (1. 1999)

2.Quantum Mechanics , (2th Ed) E.Merzbacher,Wiley (1970)

3.Quantum Mechanics, A.S.Davydov, Addison-Wesley (1968)

Quantum Mechanics , (2nd Ed) H.A.Bethe&R.W.Jackiw,Benjamin (1968)
4.Intermediate

5.Quantum Mechanics , (3nd Ed)W.Greiner , Springer- Verlag (1985)

6.Lectures on Quantum Mechanics , G. Baym, Benjamin (1969)

7. Quantum Mechanics , A. Messiah , Wiley (1966)

8. Quantum Mechanics , L.E.Ballentine , Prentice – Hall (1990)

دانشگاه تهران

نانو ذرات و کاربردهای آن

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیش نیاز: ندارد

هم نیاز: ندارد

سرفصل درس :

مکانیک کوانتومی ابعاد پایین، انواع مختلف نانو ذرات، خواص الکترونی، ساختاری و اپتیکی نانو ذرات، روش های ساخت نانو ذرات،(روش های شیمیایی شامل سل، ژل، امولیسون و .....، روش شعله، استفاده از لیزر، روش تبخیر حرارتی، روش آسیاب ساچمه ای) ،آنالیزهای نانو ذرات، پراکندگی دینامیکی نور، روش های آنالیزر تخلخل در نانو ذرات، کاربردهای نانو ذرات (صنعتی ، پزشکی، کشاورزی و دفاعی)

مرجع درس :

1. *Nanoparticles: From Theory To Application. Edited by Gunter Schmid, Weinheim Wiley VCH(2004)*

2. *Nano Science And Technology: Novel Structures And Phenomena, Zikang Tang, and Ping Sheng, CRC Press(2003)*

3. *Nanocrystalline Ceramics, Synthesis and Structure. Markus Winterer, Springer Verlag(2002)*

4. *Introduction to Nanotechnology, C.P. Poole and F.J. Owens, John Wiley(2003)*

دانشگاه تهران