

بسمه تعالی



دانشگاه شهید بهشتی

مشخصات کلی، برنامه درسی و

سرفصل دروس رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه

دوره دکتری

دانشگاه علوم شیمی و نفت

مصوب جلسه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۱۱


این برنامه بر اساس آئین نامه و آگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها مبنی بر ضرورت بازنگری رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه در دانشگاه شهید بهشتی توسط اعضای گروه علمی شیمی تجزیه و آلاینده دانشگاه علوم شیمی و نفت بازنگری و در جلسه مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ شورای آموزشی دانشگاه به تصویب رسید.



مصوبه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ در خصوص بازنگری برنامه  
درسی رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه دوره دکتری

برنامه درسی رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه دوره دکتری که توسط گروه علمی شیمی تجزیه و  
آلاینده دانشگاه علوم شیمی و نفت بازنگری شده بود با اکثریت آراء به تصویب رسید.  
این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجراست.\*  
\* هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای آموزشی دانشگاه برسد.

رای صادره جلسه مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ شورای آموزشی دانشگاه در مورد برنامه درسی  
بازنگری شده رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه دوره دکتری صحیح است به واحدهای  
ذیربط ابلاغ شود.

  
علی اکبر افضلیان

معاون آموزشی دانشگاه



  
محسن ابراهیمی مقدم

مدیر برنامه ریزی و ارزیابی آموزشی

## اسلامی کمیٲٲہ برنامہ ریزی درسی

- |                     |                  |   |
|---------------------|------------------|---|
| مرتبہ علمی: استاد   | تخصص: شیمی تجزیہ | نام و نام خانوادگی: سید سعید سید حسینی داوانی |
| مرتبہ علمی: دانشیار | تخصص: شیمی تجزیہ | نام و نام خانوادگی: سعید نوجوان               |
| مرتبہ علمی: دانشیار | تخصص: شیمی تجزیہ | نام و نام خانوادگی: حمیرا ابراہیم زادہ        |
| مرتبہ علمی: استاد   | تخصص: شیمی تجزیہ | نام و نام خانوادگی: علیرضا فخاری زوارہ        |
| مرتبہ علمی: دانشیار | تخصص: شیمی تجزیہ | نام و نام خانوادگی: فرہاد رئوفی               |



فصل اول:

مشخصات کلی رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه

دوره دکتری



## « گزارش توجیهی برای ایجاد رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه دوره دکتری »

۱- تعریف:

دوره دکتری شیمی تجزیه بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این رشته می‌باشد که به اعطای درجه دکتری شیمی تجزیه منتهی می‌شود و شامل مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی است. در این دوره ابداع، نوآوری و گسترش شیمی در زمینه تجزیه از اهمیت خاصی برخوردار بوده و رسالت ویژه دانشجویان را تشکیل می‌دهد.

۲- هدف:

هدف از دوره تربیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد در رشته مربوطه می‌باشد.

۳- ضرورت و اهمیت:

ضرورت و اهمیت این دوره در تربیت پژوهشگر با تفکر خلاق و مستقل برای کار در موسسات پژوهشی و صنایع شیمیایی کشور و با تامین هیات علمی دانشگاه‌هاست.

۴- طول دوره و شکل نظام:

طول دوره دکتری رشته شیمی تجزیه هشت نیمسال است که با موافقت شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه، تا نه نیمسال قابل افزایش است. افزایش بیش از این مشمول مقررات دانشگاه است.

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی دوره:

تعداد کل واحدهای درسی دوره دکتری شیمی تجزیه ۳۶ واحد به صورت زیر است:  
دروس تخصصی: ۱۶ واحد

رساله: ۲۰ واحد

۶- نقش و توانایی فارغ التحصیلان:

الف: تامین هیات علمی دانشگاه‌ها

ب: تربیت افرادی که دارای تفکری خلاق و مستقل باشند و به روش‌های پیشرفته پژوهشی احاطه داشته باشند.

ج: توانایی درک مشکلات علمی جامعه و حل آنها

د: همکاری در ایجاد فناوری و تکمیل چرخه علم به ثروت

۷- شرایط ورود به رشته/گرایش:

الف- داشتن مدرک معتبر پایان دوره کارشناسی ارشد اعم از پیوسته و ناپیوسته مورد تایید وزارت عتف

ب- تایید شایستگی‌های عمومی ورود به دوره

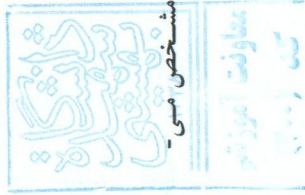
پ- احراز توانایی در بکارگیری زبان خارجی (ارائه گواهی آن شرط لازم برای صدور مجوز ارزیابی جامع

آموزشی، پژوهشی) است

د- قبولی در آزمون ورودی و یا کسب پذیرش از دانشگاه طبق مقررات مصوب

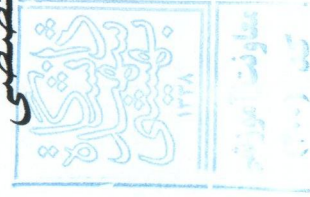
۸- مواد و ضرایب امتحانی و...:

مواد آزمون ورودی هر ساله توسط کمیته شیمی گروه علوم پایه شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی مشخص می‌شود.



# فصل دوم: جداول دروس

۱- جدول دروس تخصصی





ردیف	نام درس	شماره درس	نوع درس (پایه، تخصصی الازمی و ...)	نوع واحد	تعداد واحد	نوع توجیهات *	ردیف	نام درس	نوع درس (پایه، تخصصی الازمی و ...)	نوع واحد	تعداد واحد	نوع توجیهات	توضیحات (۱ الی ۵)
۳	روشنی‌های رادیو پستی	۳۳۱۷۵۰۲	اصلی	نظری	۳	۱							
۲	نظریه گرافهای شیمی	۳۳۱۴۵۰۴	اصلی	نظری	۳	۱							
۱	موضوعات ویژه در گرافهای	۳۳۱۵۵۱۰	اصلی	نظری	۳	۱							
دروس در برنامه جاری (قدیم)							دروس در برنامه بازنگاری شده						

دوره: دکتری  
 رشته/گرایش: شیمی گرافیک / شیمی تجزیه  
 علوم شیمی و نفت  
 دانشکده: پژوهشکده / دانشکده

تعداد کل واحد در دوره: ۳۶  
 تعداد واحد دروس تخصصی: ۱۶  
 تعداد واحدهای اخرا شده در دانشکده / پژوهشکده: تعداد دو واحد اخرا شده در دوره: ۳۶

تاریخ آخرین اصلاح: تاریخ اصلاح / تصویب سر فصل:  
 تاریخ اصلاح مجوز رشته:

فرم بازنگاری برنامه درسی



۴									نابو الکتروپشمی	تخصصی	نظری	۳							
۳									کروماتوگرافی	تخصصی	نظری	۳							
۲									روش‌های نوین الکتروپشمی	تخصصی	نظری	۳							
۳									حلال‌های غیرآبی شیمی تجزیه در	تخصصی	نظری	۳							
۲									تجزیه آماری در شیمی کاربردهای روش‌های	تخصصی	نظری	۳							
۳									سنتتیک در تجزیه روش‌های حرارتی و	تخصصی	نظری	۳							
۳									آنالیز دستگاهی روش‌های نوین در	تخصصی	نظری	۳							
۴							۱		محل‌ها سنتتیک شیمیایی	اصلی	نظری	۳							
۵							۱		لیزر و کاربرد آن در شیمی	اصلی	نظری	۳							
۴							۱		تحلیل آماری نتایج	اصلی	نظری	۳							





										* ۲ = درسی تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است ۳ = درسی تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است. ۴ = درسی جدید تدوین شده است. ۵ = تغییر در نوع واحد	
۳	۱	تجزیه	تجزیه	۱	نظری	اصولی	۳۳۱۵۵۱۵	سمینار	۱۷	* ۱ = درسی از برنامه درسی حذف شده است.	
۴	۳	تجزیه	تجزیه					حلال‌های غیرآبی الکتروپشتی در	۱۶		
۴	۳	تجزیه	تجزیه					نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها	۱۵		
۴	۳	تجزیه	تجزیه					کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج	۱۴		

## جدول دروس تخصصی

پیش نیاز یا هم‌نیاز	تعداد ساعت			تعداد واحد	عنوان درس	ردیف
	جمع	عملی	نظری			
-	۴۸	-	۴۸	۳	روش‌های نوین الکتروشیمی	۱
-	۴۸	-	۴۸	۳	شیمی تجزیه در حلال‌های غیر آبی	۲
-	۴۸	-	۴۸	۳	کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه	۳
-	۴۸	-	۴۸	۳	روش‌های نوین در آنالیز دستگاهی	۴
-	۴۸	-	۴۸	۳	نانو الکتروشیمی	۵
-	۴۸	-	۴۸	۳	کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج	۶
-	۴۸	-	۴۸	۳	نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها	۷
-	۴۸	-	۴۸	۳	روش‌های حرارتی و سینتیکی در تجزیه	۸
-	۴۸	-	۴۸	۳	کروماتوگرافی	۹
-	۴۸	-	۴۸	۳	الکتروشیمی در حلال‌های غیر آلی	۱۰
-	۱۶	-	۱۶	۱	سمینار	۱۱

گذراننده ۱۴ واحد از جدول فوق (دروس ۱ تا ۱۰) و درس سمینار برای دانشجویان گرایش شیمی تجزیه الزامی است.



# فصل سوم:

شناسنامه و سرفصل

دروس رشته شیمی گرایش شیمی تجزیه

دوره دکتری



سرفصل درس: روش‌های نوین در آنالیز دستگاهی			
دروس پیش‌نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری: ۳	تخصصی	تعداد
	تعداد واحد عملی:		نوع واحد
<input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد	تعداد: ۴۸
عنوان درس به انگلیسی: <b>New Methods in Instrumental Analysis</b>			عنوان درس به فارسی: روش‌های نوین در آنالیز دستگاهی
سال ارائه درس:			

اهداف درس: آشنایی با روش‌های نوین تجزیه دستگاهی

سرفصل	سرفصل درس: روش‌های نوین در آنالیز دستگاهی	هفته
اول	طیف سنج جرمی پیشرفته	اول
دوم	منابع یونش، یونش الکترواسپری و شیمیایی و منابع یونش جدید	دوم
سوم	فوتو یونش و مقایسه آن با سایر منابع یونش	سوم
چهارم	آنالیزر کوادروپل و زمان پرواز و مقایسه آنها	چهارم
پنجم	آنالیزر تله یونی و روزنانس سیکلوترون	پنجم
ششم	طیف سنج جرمی چند مرحله ایی	ششم
هفتم	کروماتوگرافی مایع-طیف سنج جرمی	هفتم
هشتم	کروماتوگرافی گازی-طیف سنج جرمی	هشتم
نهم	روش‌های طیف بینی پیشرفته	نهم
دهم	مقدمه ایی بر روش‌های آنالیز سطح	دهم
یازدهم	روش‌های مبتنی بر X-ray	یازدهم
دوازدهم	روش SIM، کاربرد آن و تفسیر نتایج	دوازدهم
سیزدهم	روش TEM، کاربرد آن و تفسیر نتایج	سیزدهم
چهاردهم	روش AFM و کاربرد آن برای بررسی سطوح	چهاردهم
پانزدهم	روش SEM و FESEM، کاربرد آنها و تفسیر نتایج	پانزدهم
شانزدهم	روش‌های تعیین مشخصات نانو ساختارها	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشثاری		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Skoog D.A., Holler J.F., Crouch R.T., Principles of Instrumental Analysis, 6th Edition, Tomas Higher Education (2007).
2. Freitag R., Modern Advances in Chromatography, Springer (2002).
3. Mondello L., Lewis A.C., Bartle K.D., Multidimensional Chromatography, John Wiley (2002).
4. Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch S.R., Fundamentals of Analytical Chemistry, 9th Edition, Cengage Learning (2013).
5. Spence J.C.H., High-Resolution Electron Microscopy, 4th Edition, Oxford University Press (2017).
6. John K., Electron Microscopy Methods and Protocols, 2th Edition, Springer (2014).
7. Egerton R.F., Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM, Springer (2016).



**سرفصل درس: روش های حرارتی و سینتیکی در تجزیه**

<b>دروس پیش نیاز:</b> ندارد	تعداد واحد نظری: ۳	تخصصی	تعداد واحد تعدا واحد عملی:	عنوان درس به فارسی: روش های حرارتی و سینتیکی در تجزیه
<input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار		نوع واحد تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: <b>Thermal and kinetic Methods in Analytical Chemistry</b>	
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> سفر علمی				
سال ارائه درس:				

**اهداف درس: آشنایی با روش های آنالیز حرارتی در شیمی تجزیه**

**سرفصل درس: روش های حرارتی و سینتیکی در تجزیه**

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ایی بر آنالیز حرارتی
دوم	حوادث حرارتی در گیر در آنالیز حرارتی
سوم	دستگاه ترموگراویمتری
چهارم	کاربرد روش ترموگراویمتری
پنجم	تجزیه گرمایی تفاضلی
ششم	گرماسنجی پویش تفاضلی
هفتم	کاربرد روش های تجزیه گرمایی تفاضلی و گرماسنجی پویشی
هشتم	روش های ترمو دینامیک دینامیک
نهم	روش های ترمو پلاستومتری
دهم	کاربرد روش های ترمو مکانیک و ترموپلاستومتری
یازدهم	آنالیز مکانیکی دینامیکی DMA
دوازدهم	کاربرد روش های مکانیکی دینامیکی
سیزدهم	روش آنالیز حرارتی دی الکتریک
چهاردهم	کاربرد روش آنالیز حرارتی دی الکتریک
پانزدهم	تکنیک های حرارتی همزمان
شانزدهم	تکنیک های تکمیلی



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Michael E.B., Introduction to Thermal Analysis: Techniques and Applications, Springer (2001).
2. Šesták J., Hubík P., Mares J., Thermal Physics and Thermal Analysis, Springer (2017).
3. Hatakeyama T., Quinn. F.X., Thermal Analysis: Fundamentals and Applications to Polymer Science, 2th Edition, Wiley (1999).



**سرفصل درس: کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه**

عنوان درس به فارسی: کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه	عنوان درس به انگلیسی: Application of Statistics Methods in Analytical Chemistry	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه
دروس پیش نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری: ۳ تعداد واحد عملی:	نوع واحد تعداد	عنوان درس به انگلیسی: Application of Statistics Methods in Analytical Chemistry
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سمنار <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>		ساعت: ۴۸	سفر علمی <input type="checkbox"/>
سال ارائه درس:			

**اهداف درس: آشنایی با کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه**

**سرفصل درس: کاربرد روش‌های آماری در شیمی تجزیه**

هفته	سرفصل
اول	تکنیک خطاهای معین و تصادفی
دوم	اصول اولیه احتمال و قانون بیر
سوم	توزیع متغیرهای پیوسته و گسسته
چهارم	هموار سازی داده‌ها، روش کیوسام
پنجم	حدود اطمینان برای متوسط و واریانس
ششم	روش‌های بررسی داده‌های پرت
هفتم	توزیع فراوانی ساده و تجمعی
هشتم	نمودارهای کنتری و روش نه و شش سیگما
نهم	تاثیر اندازه نمونه و انحراف معیار بر خطای نوع اول و دوم
دهم	رگرسیون خطی ساده و چندگانه
یازدهم	روش‌های رگرسیون غیر خطی
دوازدهم	روش گوس و روش مارکوف-لونبرگ
سیزدهم	روش‌های مدل سازی و روش‌های مقاوم
چهاردهم	آنالیز فاکتوری
پانزدهم	روش‌های کاهش داده و ابعاد
شانزدهم	PLS و PCR



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	دارد
	عملکردی	نوشته‌ای		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Freund R.J., Mohr D., Wilson W.J., Statistical Methods, Academic Press (2010).
2. Milner J.C., Milner J.N., Statistics for Analytical Chemistry, 6 Ed, Pearson Education Limited (2010).
3. Davies O.L., Goldsmith P.L., statistical methods in Research and production, Longmans, London (1982).
4. Caulcutt R., Boddy R., Statistics for Analytical Chemists, Chapman & Hall, London, (1983).
5. Thompson M., Lowthian P.J., Notes on Statistics and Data Quality for Analytical Chemists, World Scientific, Imperial College Press (2011).
6. Journal of Chemometrics - Wiley Online Library



سرفصل درس: شیمی تجزیه در حلال‌های غیر آبی

عنوان درس به فارسی: شیمی تجزیه در حلال‌های غیر آبی	تعداد واحد نظری: ۳	تخصصی	تعداد واحد	عنوان درس به انگلیسی: Analytical Chemistry in Nonaqueous Solvents
	تعداد واحد عملی:			تعداد ساعات: ۴۸
دروس پیش‌نیاز: ندارد	<input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد	نوع واحد	سفر علمی <input type="checkbox"/>	
			سال ارائه درس:	

اهداف درس: آشنایی با پدیده‌های شیمی تجزیه‌ای در حلال‌های غیر آبی

سرفصل درس: شیمی تجزیه در حلال‌های غیر آبی

هفته	سرفصل
اول	تاریخچه ، مفاهیم پایه‌ای، دسته بندی حلال‌ها
دوم	ویژگیهای حلال‌ها شامل دامنه مایع، ویسکوزیته، پلاریته، ثابت خود یونشی، هدایت ویژه، آنتروپی تبخیر، توانایی حلال پوشی
سوم	اندازه گیریهای مربوط به توانایی حلال پوشی: رنگ بد در حلال‌های مختلف، Z- Value, Y- Value
چهارم	اندازه گیریهای مربوط به توانایی حلال پوشی: عدد دهندگی گاتمن
پنجم	اندازه گیریهای مربوط به توانایی حلال پوشی: عدد پذیرندگی گاتمن
ششم	اندازه گیریهای مربوط به توانایی حلال پوشی: اشل دهندگی بر اساس روش جابجایی شیمیایی در NMR
هفتم	اندازه گیریهای مربوط به توانایی حلال پوشی: توانایی کئوردیناسیون
هشتم	اندرکنش‌های حلال – دیپل – دیپل ، پیوند هیدروژنی، اندرکنشهای دیگر
نهم	اندرکنش‌های حلال با جسم حل شده: حالیت، نیروهای بین مولکولی شامل نیروهای کولمبی
دهم	اندرکنش‌های حلال با جسم حل شده: نیروهای بین مولکولی: نیروهای انتقال بار- اندازه پایداری جسم حل شده
یازدهم	اندرکنش‌های حلال با جسم حل شده: حلال پوشی، حلال پوشی گزینشی
دوازدهم	اندرکنش‌های حلال با جسم حل شده: روش‌های تجربی در اندازه گیریهای اندرکنش حلال و جسم حل شده ۱
سیزدهم	اندرکنش‌های حلال با جسم حل شده: روش‌های تجربی در اندازه گیریهای اندرکنش حلال و جسم حل شده ۲
چهاردهم	تجمعات یونی در حلال‌های غیر آبی
پانزدهم	تجمعات غیر یونی و قطبی در حلال‌های غیر آبی
شانزدهم	تشکیل کمپلکس‌ها در حلال‌های غیر آبی

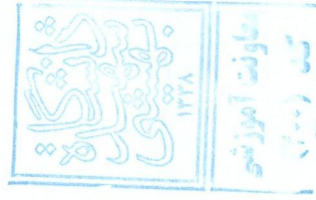
پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		دارد	دارد	دارد

ارزشیابی:

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. John O'M. Bockris, Physical Chemistry of Ionic Solutions, (1986).
2. Hansen, J.P., Bellissent-Funel, M.-C, Neilson, G.W., The Physics and Chemistry of Aqueous Ionic Solutions, Springer (1987).
3. Andriyko, A.A., Andriyko, Y.O. and Nauer, G.E., Many-electron Electrochemical Processes: Reactions in Molten Salts, Room-Temperature Ionic Liquids and Ionic Solutions, Springer-Verlag (2013).



سر فصل درس: روش‌های نوین الکتروشیمی			
عنوان درس به فارسی:	روش‌های الکتروشیمی	نویین	تعداد واحد: ۳
	عنوان درس به انگلیسی: New Electrochemical Procedures		تعداد ساعت: ۴۸
دروس پیش نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری: ۳	تخصصی	نوع واحد
			تعداد واحد عملی:
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی			
سال ارائه درس:			

### اهداف درس: آشنایی با پیشرفت‌های نوین در روش‌های الکتروشیمیایی

سر فصل درس: روش‌های نوین الکتروشیمی	سر فصل
هفته اول	تکمیل نظریه‌ها در رابطه با لایه مضاعف الکتریکی و سینتیک واکنش‌های الکترودی
دوم	ترمودینامیک پتانسیل الکترودی و انواع اختلاف پتانسیل در سطح تماس
سوم	نوع و خواص رابطه پتانسیل اضافی و جریان
چهارم	حالات خاص معادله تافل، تعیین ضریب انتقال
پنجم	اهمیت و تعیین جریان معاوضه
ششم	واکنش‌های متوالی الکترودی، تعیین مکانیسم به کمک استوکیومتری و درجه واکنش
هفتم	همراهی واکنش‌های الکترودی و شیمیایی
هشتم	پدیده جذب سطحی
نهم	جذب لانگمور و تمکین و فرمکین
دهم	روش‌های نوین الکتروشیمی مبتنی بر انواع ولتاژمتری و کروئوآمپرومتری
یازدهم	امپدانس و اصول و کاربرد
دوازدهم	نمودارهای نایکویست و مدارهای معادل
سیزدهم	استفاده از توابع فوریه
چهاردهم	سیستم‌های تزریق جریان
پانزدهم	اسپکتروالکتروشیمی
شانزدهم	تکنیک‌های دستگاهی روشی در الکتروشیمی



سازمان آموزش  
کتابخانه

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Stojek Z., Scholz F., Electroanalytical Methods; Guide to Experiments and Applications, 2th Edition, Springer (2010).
2. Bard A.J., Faulkner L.R., Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2th Edition, Wiley (2000).
3. Orazem M.E., Tribollet B., Electrochemical Impedance Spectroscopy, 2th Edition, Wiley (2017).
4. Compton R.G., Banks C.E., Understanding Voltammetry, 3th Edition, World Scientific (2018).



<b>سرفصل درس: کروماتوگرافی</b>			
<b>عنوان درس به فارسی:</b> کروماتوگرافی	تعداد	نوع	تخصصی
	واحد: ۳		
عنوان درس به انگلیسی: Chromatography	تعداد	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>
	ساعت: ۴۸		
سال ارائه درس:		تعداد واحد نظری: ۳	
سرفصل درس: کروماتوگرافی		تعداد واحد عملی:	
اهداف درس: آشنایی با روش‌های کروماتوگرافی			

**اهداف درس: آشنایی با روش‌های کروماتوگرافی**

**سرفصل درس: کروماتوگرافی**

هفته	سرفصل
اول	روش‌های نوین کروماتوگرافی گازی
دوم	انواع دتکتور در کروماتوگرافی گازی
سوم	انواع ستون‌های کروماتوگرافی گازی
چهارم	کروماتوگرافی گازی بر روی تراشه
پنجم	کروماتوگرافی گازی پر تابل و کاربرد های آن
ششم	کروماتوگرافی گازی چند بعدی و انواع آن
هفتم	کروماتوگرافی گازی سریع و انواع آن
هشتم	کروماتوگرافی مایع چند بعدی
نهم	مبانی UPLC و کاربردهای آن
دهم	سنتر فازهای ساکن و نحوه تهیه ستون‌های کروماتوگرافی
یازدهم	تهیه فازهای ساکن کاپرال و کاربرد آنها
دوازدهم	جداسازی آنالیت‌ها با کروماتوگرافی مایع
سیزدهم	کروماتوگرافی تهیه‌ای و کاربردهای آن
چهاردهم	کروماتوگرافی تهیه‌ای و کاربردهای آن
پانزدهم	عیب یابی و رفع عیب در روش‌های کروماتوگرافی مایع
شانزدهم	عیب یابی و رفع عیب در روش‌های کروماتوگرافی مایع



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Grob R.L., Barry E.F., Modern Practice of Gas Chromatography, 4th Edition, Wiley (2004).
2. Freitag R., Modern Advances in Chromatography, Springer (2002).
3. Snyder L.R., Kirkland J.J., Dolan J.W., Introduction to Modern Liquid Chromatography, 3th Edition, Wiley (2009).
4. Warren V., Gas Chromatography : Analysis, Methods & Practices, Nova Science Publishers Inc (2017).
5. Poole C., Gas Chromatography, Elsevier (2012).
6. Fanali S., Edited by Paul R. Haddad , Edited by Colin Poole , Edited by Marja-Liisa Riekkola Liquid Chromatography: Fundamentals and Instrumentation, Elsevier (2017).



<b>سرفصل درس: نانو الکترو شیمی</b>			
<b>عنوان درس به فارسی:</b> نانو الکترو شیمی	تعداد	تخصصی	نوع واحد
	واحد: ۳		
<b>عنوان درس به انگلیسی:</b> Nano Electrochemistry	تعداد	<input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/>
	ساعت: ۴۸		
سال ارائه درس:			
<b>دروس پیش نیاز:</b> ندارد			

### اهداف درس: آشنایی با کاربرد فناوری نانو در الکترو شیمی

### سرفصل درس: نانو الکترو شیمی

<b>سرفصل</b>	هفته
اصول اولیه فناوری نانو و سنتز نانو مواد	اول
تئوری نانو الکترو شیمی	دوم
ساخت نانو مواد با روش الکترو شیمی	سوم
الکترو شیمی ساختارهای نانوکربن	چهارم
الکترو شیمی نانو مواد نیمه رسانا	پنجم
نانو الکترو کاتالیست‌ها	ششم
نانو پلیمرهای هادی	هفتم
نانو تکنولوژی در باتری‌ها	هشتم
نانو تکنولوژی در ابر خازن‌ها	نهم
نانو تکنولوژی در پیل‌های سوختی	دهم
نانو مواد در اصلاح الکترودها	یازدهم
نانو حسگرهای الکترو شیمیایی	دوازدهم
بیمو چیپ‌ها	سوزدهم
بیمو چیپ‌ها	چهاردهم
نانو مواد در طراحی و ساخت حسگرها	پانزدهم
نانو مواد در طراحی و ساخت بیوسگرها	شانزدهم



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشته‌ای		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Osaka T., Yosi M.D., Shacham D., Electrochemical Nanotechnologies, Springer (2010).
2. Mirkin M.V., Amemiya S., Nanoelectrochemistry, CRC Press (2015).



<b>سر فصل درس: کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج</b>			
عنوان درس به فارسی:	کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج		
عنوان درس به انگلیسی:	Application of Nanomaterials in Extraction and Separation		
تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد	نوع واحد	تعداد
تعداد واحد عملی:	تعداد		
دروس پیش نیاز: ندارد	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد		
<input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> سفر علمی			
ساعت: ۴۸			
سال ارائه درس:			

اهداف درس: آشنایی با کاربرد مواد نانو در استخراج و جداسازی  
 سر فصل درس: کاربرد مواد نانوساختار در جداسازی و استخراج

هفته	
اول	مروری بر روش های پیشرفته استخراج
دوم	میکرو استخراج های بر پایه فاز مایع
سوم	میکرو استخراج های بر پایه فاز جامد
چهارم	کاربرد نانو مواد در استخراج های فاز مایع
پنجم	کاربرد نانو مواد در استخراج های فاز جامد
ششم	نانوذرات مغناطیسی
هفتم	کاربرد نانوذرات مغناطیسی در جداسازی
هشتم	نانو الیاف ها
نهم	کاربرد نانو الیاف ها در جداسازی
دهم	نانو ساختار های هسته-پوسته
یازدهم	نانو کامپوزیت ها
دوازدهم	حذف آلاینده ها با نانوذرات
سیزدهم	کاربرد نانو ذرات در جداسازی
چهاردهم	نانو غشاء ها
پانزدهم	الترافیلتراسیون
شانزدهم	جداسازی نانوذرات با روش های جداسازی



پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	دارد	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری			
		دارد	دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

## منابع اصلی:

1. Georgakilas V., Otyepka M., Bourlino A. B., Chandra V., Kim N., Kemp K.C., Hobza P., Zboril R., Kim K.S., Functionalization of graphene: Covalent and Non-Covalent Approaches, Derivatives and Applications, Chemical Reviews 112 (2012) 6156-6214.
2. Chaudhuri R.G., Paria S., Core/shell Nanoparticles: Classes, Properties, Synthesis Mechanisms, Characterization, and Applications, Chemical Reviews 112 (2012) 2373-2433.
3. Mahmoudi M., Sant S., Wang B., Laurent S., Sen T., Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs): Development, Surface Modification and Applications in Chemotherapy, Advanced Drug Delivery Reviews 63 (2015) 24-46.
4. Spietelun A., Kloskowski A., Chrzanowski W., Namiesnik J., Understanding Solid-Phase Microextraction: Key Factors Influencing the Extraction Process and Trends in Improving the Technique, Chemical Reviews 113 (2013) 1667-1685.
5. Reddy L.H., Arias J.L., Nicolas J., Couvreur P., Magnetic Nanoparticles: Design and Characterization, Toxicity and Biocompatibility, Pharmaceutical and Biomedical Applications, Chemical Reviews 112 (2012) 5818-5878.



سرفصل درس: نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها

عنوان درس به فارسی:		نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها	
دروس پیش نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری: ۳	تخصصی	تعداد واحد: ۳
	تعداد واحد عملی:		
عنوان درس به انگلیسی: Nanomaterials in Sensors and Biosensors			
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد		تعداد: ۴۸	
<input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> کارگاه		ساعت:	
سال ارائه درس:			

اهداف درس: آشنایی و تسلط بر شیمی نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها  
سرفصل درس: نانومواد در حسگرها و زیست حسگرها

هفته	
اول	آشنایی با مفاهیم اولیه حسگرها و زیست حسگرهای شیمیایی و کاربرد آنها
دوم	اصول پایه در طراحی و ساخت حسگرها و بیوحسگرها
سوم	انواع مبدل ها و روش های تولید سیگنال
چهارم	سلکتورها و طراحی آنها
پنجم	بیومایمیتیک زیستی
ششم	حسگرها و بیوحسگرها بر پایه نانومواد
هفتم	نانومواد در اصلاح سطح
هشتم	نانومواد در تثبیت سلکتورها و بیومولکول ها
نهم	گرافن و مشتقات آن در حسگرها
دهم	حسگرهای نانوکامپوزیتی
یازدهم	نقاط کوانتومی
دوازدهم	کاربردهای نانوحسگرها
سیزدهم	پروپ های رنگ آمیزی در بیولوژی
چهاردهم	نانودرات مغناطیسی در بیوحسگرها و درمان سرطان
پانزدهم	نانو مواد در حسگرهای گازی
شانزدهم	نانو تکنولوژی و Lab-on-chip

سرفصل



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	دارد
	عملکردی	نوشتری		
		دارد	دارد	دارد

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Khanna V.K., Nanosensors: Physical, Chemical, and Biological, Series in Sensors; CRC Press (2011).
2. Li J., Wu N., Biosensors Based on Nanomaterials and Nanodevices, series of Nanomaterials and their Applications, CRC Press (2013).
3. Cusano A., Arregui F.J., Giordano M., Cutolo A., Optochemical Nanosensors; Series in Sensors; CRC Press (2012).
4. Eranna G., Metal Oxide Nanostructures as Gas Sensing Devices, CRC Press (2011).
5. Grumezescu A., Nanobiosensors, Volume 8, 1st Edition, Elsevier (2016).



سرفصل درس: الکتروشیمی در حلال‌های غیرآبی

عنوان درس به فارسی:	الکتروشیمی در حلال-های غیر آبی	
	تعداد	تعداد واحد نظری: ۳
عنوان درس به انگلیسی:	Nonaqueous Electrochemistry	تعداد واحد عملی: ۳
نوع واحد	تخصصی	تعداد واحد عملی: ۳
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد	کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>	سفر علمی <input type="checkbox"/>
ساعت: ۴۸	سال ارائه درس:	

اهداف درس: آشنایی با پدیده‌های الکتروشیمی تجزیه‌ای در حلال‌های غیر آبی  
سرفصل درس: الکتروشیمی در حلال‌های غیر آبی

سرفصل	هفته
طبقه بندی انواع محیط‌های شیمیایی در الکتروشیمی	اول
محدودیت‌های فرایندهای الکتروشیمیایی در حلال‌های آبی	دوم
خواص فیزیکی و شیمیایی حلال‌های غیر آبی	سوم
انواع الکترولیت‌های پشتیبان در الکتروشیمی	چهارم
انتخاب الکترولیت‌های پشتیبان در الکتروشیمی در حلال‌های غیر آبی	پنجم
اصول حلال پوشی یون‌ها و الکترولیت‌ها در حلال‌های غیر آبی	ششم
مفاهیم اسید - باز در حلال‌های غیر آبی	هفتم
واکنش‌های انتقال الکترون در حلال‌های غیر آبی	هشتم
پنجره پتانسیل در حلال‌های غیر آبی	نهم
طراحی الکترودهای مرجع در حلال‌های غیر آبی	دهم
اصول هدایت یونی و هدایت سنجی در حلال‌های غیر آبی	یازدهم
پتانسیومتری در حلال‌های غیر آبی	دوازدهم
روش‌های ولتامتری در حلال‌های غیر آبی	سیزدهم
استفاده از حلال‌های غیر آبی در فناوری‌های نوین الکتروشیمی	چهاردهم
الکتروشیمی در نمک‌های مذاب و مایعات یونی	پانزدهم
الکتروشیمی در جامدات	شانزدهم



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		دارد	دارد	دارد

ملرومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Izutsu K., Electrochemistry in Nonaqueous Solution, Wiley-VCH (2009).
2. Aurbach D., Nonaqueous Electrochemistry, Marcel Dekker (1999).
3. Plieth W., Electrochemistry for Materials Science, Elsevier (2008).
4. Cynthia G. Zoski, Handbook of Electrochemistry, Elsevier (2007).

- منابع کمکی:
1. Torriero Angel A. J., Electrochemistry in Ionic Liquids, Volume 1: Fundamentals, Springer (2015).
  2. Torriero Angel A. J., Electrochemistry in Ionic Liquids, Volume 2: Applications, Springer (2015).



مسرفصل درس: سمینار			
سمینار	عنوان درس به فارسی:	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به انگلیسی: Seminar
	تعداد ساعت: ۱۶	نوع واحد	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد
دروس پیش‌نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری: ۱	تخصصی	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>
	تعداد واحد عملی:		سال ارائه درس:

اهداف درس:

ارائه سمینار در زمینه‌های بنیادی یا کاربردی.  
موضوع توسط دانشجو انتخاب و به تأیید استاد راهنما و مسؤول برگزاری سمینار خواهد رسید.

