

**УНИВЕРЗИТЕТ "СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ" - СКОПЈЕ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ИНСТИТУТ ЗА ХЕМИЈА**

**НАСТАВНИ ПЛАНОВИ И ПРОГРАМИ НА
ПОСЛЕДИПЛОМСКИТЕ СТУДИИ ПО ХЕМИЈА**

Скопје, 2003

НАСТАВЕН ПЛАН

I. Последипломски (магистерски) студии

Предмет	Кредити	Вкупно по семестар
I семестар		30
1. Методологија на научно-истражувачка работа	15	
2. Се избира еден од овие два предмети:* а) Обработка и интерпретација на експериментални податоци во хемијата (15 кредити) б) Хемија на животната средина (15 кредити)	15	
II семестар		од 30 до 40
2-3 изборни предмети	од 30 до 40	
III семестар		од 30 до 40
2-3 изборни предмети	од 30 до 40	
IV семестар		40
Магистерска работа	40	

* Студентот избира само **еден** од овие предмети. Оној предмет од овие два којшто нема да биде избран како задолжителен се приклучува кон листата на изборни предмети.

II. Последипломски (специјалистички) студии

Предмет	Кредити	Вкупно по семестар
I семестар		од 30 до 40
1. Методологија на научно-истражувачка работа	15	
2. 2-3 изборни предмети	15-25	
II семестар		30
Специјалистичка работа	30	

A. ЛИСТА НА ЗАДОЛЖИТЕЛНИ ПРЕДМЕТИ

1. Методологија на научно-истражувачка работа д-р Бојан Шоптрајанов, редовен професор д-р Глигор Јовановски, редовен професор	55 часа	15 кредити
2а. Обработка и интерпретација на експериментални податоци во хемијата д-р Лидија Шоптрајанова, редовен професор д-р Љупчо Пејов, доцент	50 часа	15 кредити
2б. Хемија на животната средина д-р Илинка Спиревска, редовен професор д-р Трајче Стафилов, редовен професор	50 часа	15 кредити

B. ЛИСТА НА ИЗБОРНИ ПРЕДМЕТИ

1. Компјутери во хемијата д-р Зоран Здравковски, редовен професор	45 часа;	12.5 кредити
2. Хемиски примени на груповата теорија д-р Бојан Шоптрајанов, редовен професор	50 часа;	15 кредити
3. Методи на молекулската спектроскопија -теорија и примена д-р Биљана Минчева-Шукарова, редовен професор д-р Виктор Стефов, доцент	70 часа;	20 кредити
4. Дифракциони методи за испитување на кристали д-р Глигор Јовановски, редовен професор	55 часа;	15 кредити

5. Современи електроаналитички методи д-р Корнелија Стојанова, редовен професор д-р Благоја Јорданоски, редовен професор	70 часа;	20 кредити
6. Одбрани поглавја од теоретска органска хемија д-р Богдан Богданов, редовен професор	45 часа;	12.5 кредити
7. Хетероциклична хемија со хемија на природни производи д-р Лилјана Јовевска, вонреден професор	45 часа;	15 кредити
8. Современи синтети во органската хемија д-р Зоран Здравковски, редовен професор д-р Фроса Анастасова, доцент	70 часа;	20 кредити
9. Одбрани поглавја од експериментална органска хемија д-р Емил Поповски, доцент	30 часа;	7,5 кредити
10. Органска стереохемија д-р Богдан Богданов, редовен професор	55 часа;	15 кредити
11. Молекуларно моделирање во органската хемија и во биохемијата д-р Зоран Здравковски, редовен професор д-р Богдан Богданов, редовен професор	40 часа;	20 кредити
12. Современи хемиски методи во експерименталната биохемија д-р Киро Стојаноски, редовен професор	60 часа;	15 кредити
13. Современи биомедицински методи во експерименталната биохемија наставници од Медицинскиот факултет	60 часа;	17,5 кредити
14. Клиничко-биохемиски лабораториски методи наставници од Медицинскиот факултет	50 часа;	15 кредити
15. Електрохемиски методи во биохемиската анализа д-р Валентин Мирчески, доцент д-р Благоја Јорданоски, редовен професор	45 часа;	12,5 кредити
16. Неорганска биохемија д-р Слоботка Алексовска, доцент д-р Мирјана Ристова, вонреден професор	45 часа;	12,5 кредити
17. Бионеорганска хемија д-р Иван Грозданов, редовен професор	40 часа;	10 кредити
18. Современи тенкослојни материјали д-р Иван Грозданов, редовен професор	45 часа;	12,5 кредити
19. Координациона хемија д-р Верка Јордановска, редовен професор д-р Мирјана Ристова, вонреден професор	70 часа;	20 кредити
20. Хроматографски методи д-р Симка Петровска-Јовановиќ, редовен професор д-р Зоран Здравковски, редовен професор	70 часа;	20 кредити
21. Анализа на траги д-р Илинка Спиревска, редовен професор д-р Катарина Чундева, вонреден професор	45 часа;	12,5 кредити
22. Спектроскопски и радиохемиски аналитички методи д-р Лидија Шоптрајанова, редовен професор д-р Трајче Стафилов, редовен професор	70 часа;	20 кредити
23. Извори на знаење во хемијата и проверка на знаењата д-р Бојан Шоптрајанов, редовен професор	45 часа;	12,5 кредити
24. Техники и технологии на учење д-р Слоботка Алексовска, доцент	45 часа;	12,5 кредити
25. Модели и анимации д-р Владимир Петрушевски, редовен професор	40 часа;	10 кредити
26. Експериментот во наставата по хемија д-р Владимир Петрушевски, редовен професор	70 часа;	20 кредити
27. Современи теориски методи во хемијата	50 часа;	15 кредити

д-р Љупчо Пејов, доцент		
д-р Виктор Стефов, доцент		
28. Физика на цврста состојба	45 часа;	12,5 кредити
д-р Ненад Новковски, редовен професор		
29. Квантна механика I	55 часа;	15 кредити
д-р Ѓорѓи Ивановски, редовен професор		
30. Квантна механика II	55 часа;	15 кредити
д-р Ѓорѓи Ивановски, редовен професор		
31. Хемија и физика на полимери	55 часа;	15 кредити
д-р Маја Цветковска, редовен професор (Технолошко-металуршки факултет)		

Листа на предмети од други факултети (кредит-трансфер предмети)

1. Од *Институтот за физика*:
 - **Оптички и фотоелектрични својства на полупроводниците** (30 часа; 7,5 кредити)
д-р Митре Митрески, редовен професор
2. Од *Институтот за биологија*:
 - **Молекуларни основи на меѓуклеточни комуникации** (15 часа; 7,5 кредити,
д-р Даница Рогановиќ-Зафирова, редовен професор
 - **Биомембрани** (10 часа; 5 кредити)
д-р Даница Рогановиќ-Зафирова, редовен професор
 - **Физичка хемија на ензимите** (15 часа; 7,5 кредити)
д-р Биљана Минчева Шукарова, редовен професор).
4. Од *Технолошко-металуршкиот факултет*:
 - **Одбрани поглавја од ензимологија** (40 часа, 10 кредити)
д-р Ацо Димитровски, редовен професор
 - **Наука за неоргански материјали** (30 часа, 7,5 кредити)
д-р Милосав Милошевски, редовен професор
 - **Процеси во прехранбено инженерство** (40 часа, 10 кредити)
д-р Слободанка Кузманова, редовен професор
 - **Индустрија и околина** (30 часа, 7,5 кредити)
д-р Тодор Ановски, редовен професор
 - **Структура и градба на метални минерали** (40 часа, 10 кредити)
д-р Симон Јанчев, редовен професор
 - **Тотално управување со квалитетот** (30 часа, 7,5 кредити)
д-р Виолета Чепујноска, редовен професор
4. Од *Институтот за педагогија при Филозофскиот факултет* :
 - **Современи системи на образованието и воспитанието** (20 часа, 7,5 кредити)
наставник од Институтот за педагогија при Филозофскиот факултет.

ВАЖНИ НАПОМЕНИ ЗА НАЧИНОТ ЗА СТУДИРАЊЕ

Наставата на постдипломските студии ќе биде организирана преку **предавања, консултации** (групни и индивидуални), **вежби** (лабораториски и пресметковни), **семинарски работи** и самостојна **изработка на магистерски или специјалистички труд**.

Магистерските студии ќе се организираат во четири семестра, при што во првиот семестар се слушаат двата задолжителни предмета. Вкупниот фонд на часови од задолжителните предмети изнесува 105 часа (30 кредити).

Во првата студиска година, во вториот семестар, кандидатот избира 2 до 3 предмета од понудената листа, при што фондот на избраните часови не смее да биде помал од 70 часа (односно 30 кредити). Истото се однесува и на третиот семестар.

Вкупниот број на избрани предмети во прва и втора година не може да биде помал од 4. Со избраните предмети кандидатот потесно се насочува. Изборот е диригиран: најмалку **две третини** од предметите треба да сочинуваат единствена целина. Конкретниот избор се прави така што вкупниот фонд на часови од прва и втора студиска година, не земајќи ја предвид магистерската работа, не смее да биде помал од 300 часа (**90 кредити**).

Избирањето на предметите го врши кандидатот во соработка со раководителот на постдипломските студии, а изборот се смета за конечен откако ќе го потврди наставно-научниот совет на постдипломските студии на Институтот.

Кандидатот може да пријави изработка на магистерската работа, доколку ги има положено испитите по сите задолжителни и избрани предмети.

Темата за магистерскиот труд ја одобрува Наставно-научниот совет на Природно-математичкиот факултет, на предлог на Стручниот совет на Институтот за хемија. По положувањето на испитите по сите ислушани предмети и изработувањето на магистерска работа, кандидатот може да пристапи кон нејзина одбрана, доколку Наставно-научниот совет позитивно ја оцени, согласно законските прописи.

На Институтот за хемија, **минимален** критериум за прифаќање на рецензијата на магистерската работа е **најмалку еден објавен** (или прифатен за печатење) научен труд во **научно списание**. Трудот треба да биде од областа на пријавената тема, а кандидатот во трудот треба да фигурира како еден од најмногу три автора.

Со одбраната на магистерскиот труд кандидатот се здобива со звањето **магистер по хемиските науки**. Оние кандидати кои ќе бидат ориентирани кон наставните дисциплини и изработат магистерска работа од областа на наставната хемија ќе добијат звање **магистер по хемиските науки од областа на наставата по хемија**.

Во рамките на постдипломските студии, освен **магистерските**, се организираат и **специјалистички** студии. Овие студии траат една година и се состојат од **еден** задолжителен предмет (*Методологија на научноистражувачката работа*) и 2 до 3 изборни предмета. Предметите се избираат така што вкупниот фонд на часови да изнесува најмалку 110 (30 кредити), не сметајќи го тука фондот на часови (60 часа; 30 кредити) за изработка на **специјалистичкиот труд**. Кон листата на избраните предмети, во овој случај, се додаваат и предметите *Обработка и интерпретација на експериментални податоци во хемијата и Хемија на животната средина*.

Кон изработка на специјалистичкиот труд кандидатот може да пристапи по положувањето на задолжителниот и избраните предмети. Постапката до одбраната на специјалистичкиот труд е еднаква со онаа за магистерските студии (освен објавување на научен труд). По одбраната на трудот, кандидатот се стекнува со звањето **специјалист по хемиските науки** односно **специјалист по хемиски науки од областа на наставата по хемија**.

На последипломските студии при Институтот за хемија на ПМФ може да се запишуваат кандидати кои завршиле студии по **хемија, двопредметни студии по биологија хемија; биологија, фармација, технологија, металургија, интердисциплинарните студии по инженерство на животната средина (ИСИЖС) и физика**. Кандидати кои ќе бидат ориентирани кон наставните дисциплини и ќе работат магистерска, односно специјалистичка работа од областа на наставната хемија, потребно е да имаат завршено наставна насока на студиите по хемија, или да имаат работно искуство како професор по хемија од најмалку 5 години. Останатите кандидати треба претходно да ги ислушаат и положат испитите по предметите: методи на хемиско експериментирање, методика во хемијата со хоспитации, историја на хемијата, педагогија и психологија од додипломските студии по хемија, наставна насока. Другите услови за запишувањето и студирањето се регулирани со Правилникот за последипломски студии на ПМФ, со Законот за високото образование и со конкурсот за запишување на последипломските студии.

НАСТАВНИ ПРОГРАМИ

Методологија на научноистражувачката работа

Д-р Бојан Шоптрајанов, редовен професор

Д-р Глигор Јовановски, редовен професор

Научен пристап кон експериментот. Значење на науката воопшто. Значење на хемијата и сродните науки. Научни методи на истражување. Класични и компјутеризирани извори на хемиски информации. Собирање на експериментални резултати и нивна обработка. Презентирање на резултатите. Оформување на научните резултати за презентација: Приготвување на усни излагања и постери. Приготвување на научен и стручен труд. Оформување на магистерска работа и докторска дисертација.

Семинарска работа од некоја современа област на истражување во хемијата. Темите се избираат по предлог на кандидатот и во консултација со предметниот наставник.

Литература:

1. Ebel, C. Bliefert, W.E. Russey, *The Art of Scientific Writing*, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1987.
2. J. S. Dodd, *The ACS Style Guide, A Manual for Authors and Editors*, ACS, Washington, 1986.
3. C. Turk, *Effective Speaking*, E. & F.N. Spon, London, 1985.
4. C. Turk, J. Kirkman, *Effective Writing*, E. & F.N. Spon, London, 1989.

Обработка и интерпретација на експериментални податоци во хемијата

д-р Лидија Шоптрајанова, редовен професор

д-р Љупчо Пејов, доцент

Експеримент. Планирање на експериментот. Грешки низ стадиумите на експериментот. Начини на намалување на грешките. Образец. Мерење. Точност и прецизност при мерењето. Податоци од мерењето од една серија. Прикажување на податоците (графички, аналитички, табеларно). Групирање на податоците. Проценка на податоците од една серија мерења (графички и аналитички). Средна вредност, медијана. Интервал на веродостојност. Податоци од повеќе паралелни серии мерења. Оценка на припадноста/неприпадноста на податоците на една серија мерење (статистички параметри, хипотези). Резултат. Прикажување на резултатите (значајни места, *CV.*). Избор на оптимален метод за водење на експериментот. Валидација (вреднување) на методот (сигурност, осетливост, селективност, специфичност, граница на детекција, брзина, цена на чинење, атести и систем на атестирање, законска регулатива). Стандардизација и квалитет. Стандардизација и методи за контрола на квалитетот (кај нас и во светот). Вреднување и планирање на меѓулабораториски, дневни и меѓудневни испитувања. Подготовка на калибрациони криви. Наоѓање на видот на корелација. Оценка на корелацијата (R , R^2 , хипотези). Компјутерска обработка и складирање на податоците. Експериментален дизајн, оптимизација и препознавање на профилот (обликот). Хемометриски методи. Факторска анализа во хемијата. Анализа на главна компонента. Кластер анализа во хемијата. Невронски мрежи.

Литература:

1. J. Keenan Taylor, *Quality Assurance of Chemical Measurements*, 1987.
2. J. C. Miller, J. N. Miller, *Statistics for Analytical Chemistry*, 3rd Ed., Ellis Horwood and Prentice Hall, London, 1993.
3. V. P. Spiridonov, A. A. Lopatkin, *Matematička obrada fizikalno-kemijskih podataka*, Školska knjiga, Zagreb, 1974.
4. Frank S. Budnick, *Applied Mathematics for Business Economics and the Social Sciences*, McGraw-Hill, New York, 1988.

Хемија на животната средина

д-р Илинка Спиревска, редовен професор

д-р Трајче Стафилов, редовен професор

Вовед. Улога и значење на хемијата на животната средина и нејзина поврзаност со биохемијата на животната средина и индустриските екосистеми. Загадувачки материји во животната средина. Јаглеводороди. Полихлорирани бифенили. Диоксини. Фурани. Пестициди. Полиароматички јаглеводороди. Детергенти. Метали. Металооргански соединенија. Процеси

во животната средина. Глобални процеси. Хемија на атмосферата и загадување на атмосферата. Предвидување на загадувањето на атмосферата (модели). Хемија на водата и загадување на водата. Пресметување на оптеретување на реките со органски загадувачи. Почва и загадување на почвата. Храна и загадување на храната. Влијание на хемиските супстанции врз животната средина. Токсичност. Влијание врз генетскиот материјал. Индустриска екологија. Загадување од индустријата. Енергетика. Менаџмент на опасните материји. Техничко-технолошки мерки за заштита на животната средина. Хемиски анализи и мониторинг на животната средина. Анализи на воздух, вода, почва, храна и биолошки материјал.

Литература:

1. D. W. Connell, *Basic concepts of environmental chemistry*, CRC Press LLC, Boca Raton, 1997.
2. S. E. Manahan, *Environmental chemistry*, Lewis Publishers, Boca Raton, 2000.
3. C. Baird, *Environmental chemistry*, W. H. Freeman and Company, New York, 1995.
4. И. Спиревска, *Хемија на животната средина*, Просветно дело, Скопје, 2002.

Компјутери во хемијата

д-р Зоран Здравковски, вонреден професор

Интернет. Електронска пошта. Методи за рационално пребарување на податоци на Интернет. Основи на јазикот на Интернет (HTML). Програми за презентација на хемиски резултати. *Word (Equation editor)* – математички формули. *Chem Window* – дводимензионални хемиски формули. *HyperChem*, *GaussView* тродимензионални хемиски формули. *Power Point*. Електронски табели. *Excel*. Графикони. Пресметување на равенки од повисок ред. Условни изрази. Матрици. Дескриптивна статистика. Регресиона анализа. Сложување (Ifituvawer) на криви. Програми за обработка на инструментални податоци. *Grams*. Програми за оптимизација на молекулски структури. *Hyper Chem*. *Gaussian*.

Литература:

1. Зоран Здравковски, *Excel* низ примери од хемијата и сродните науки, Скопје, 2000.
2. E. Joseph Billo, *Excel for Chemists*, Wiley-VCH, New York, 2001.
3. *On-line* упатства од сите наведени програми.

Хемиски примени на груповата теорија

д-р Бојан Шоптрајанов, редовен професор

Основи на груповата теорија. Основни поими на груповата теорија. Поим за група. Трансформации на сличност. Класи. Инваријантни подгрупи. Соседни класи. Факторна група. Хомоморфни и изоморфни групи. Елементи, операции и групи на симетрија. Елементи и операции на симетрија. Производ на операции на симетрија. Точковни групи. Класи на операции на симетрија. Елементи и операции на симетрија, кристална решетка и елементарна ќелија кај дводимензионален кристал. Рамни групи на симетрија. Просторни решетки и просторни групи. Кристалографски класи. Репрезентации на групите. Матрици и операции со нив. Трансформациони матрици. Репрезентации на групите. Теорема на ортогоналноста. Карактери на иредуцибилните репрезентации и точковните групи. Таблицы на карактери на иредуцибилните репрезентации на точковните групи. Сооднос меѓу репрезентациите на супергрупите и субгрупите. Редукција на иредуцибилните репрезентации. Иредуцибилни репрезентации на просторните групи. Группы на трансляција и Брилуенови зони. Примена на симетријата и на груповата теорија. Примени во квантната механика. Симетријата во квантните системи. Симетрија на операторите во квантната механика. Класификација на сопствените вредности и сопствените функции. Линеарни комбинации на атомските орбитали. Симетрија на молекулските орбитали. Теорија на кристалното поле. Примени во вибрационата спектроскопија. Вибрации на молекулите и нивна симетрија. Внатрешни и симетриски координати. Примени на груповата теорија при интерпретацијата на спектри на кристали. Анализа во апроксимација на локалната група и во апроксимација на факторната група на просторната група. Други хемиски примени на симетријата и на груповата теорија. Симетрија и стереохемија. Симетрија и диполни моменти. Симетрија и хиралност. Влијание на симетријата врз протечувањето на реакциите.

Литература:

1. С. Багавантам, Т. Венкатараиуду, *Теорија групп и её применение к физическим проблемам*, Издателство иностранной литературы, Москва, 1959.
2. Г. Джаффе, М. Орчин, *Симметрия в химии*, Мир, Москва, 1967.

3. F.A. Cotton, *Chemical Applications of Group Theory* (2nd ed.), Wiley Interscience, New York, 1971.
4. L. Klasinc, Z. Maksić, N. Trinajstić, *Simetrija molekula*, Školska knjiga, Zagreb, 1979.

Методи на молекулската спектроскопија - Теорија и примена

Д-р Билјана Минчева-Шукарова, редовен професор
Д-р Виктор Стефов, доцент

Вовед: Вибрациона инфрацрвена и раманска спектроскопија. Вибрациони и ротационо-вибрациони спектри. Правила за избор. Интензитети на лентите. Нехармоничност на вибрациите. Пресметување на константите на нехармоничност. Ферми резонанција. Изотопски ефекти. Активност на овертонови и комбинации. Расејување на светлина. Раманско расејување. Правила за избор. Интензитети. Поларизација на раманските линии. Спектри на гасови, течности, кристали и полимери. Примена. Инверзен рамански ефект, хиперраманско расејување. Некохерентно нееластично расејување на неутрони. Правила за избор. Интензитети. Примена. Нуклеарно-магнетна резонантна спектроскопија. Магнетни својства на јадрото, спин-решеточна интеракција, НМР спектар. НМР спектар на цврсти супстанции, дипол-дипол интеракции, нуклеарна електрична квадруполна интеракција, ефект на молекулско движење. Хемиско поместување. Спектар структурни корелации. Експериментални методи и примена. Електрон-спин резонантна спектроскопија. Магнетни својства на електронот. Резонантни услови за електрон и електрон во водород. Врска помеѓу апсорпционите линии и првиот извод. Хиперфино разложување, константа на хиперфино разложување. ЕСР спектри на преодни метали. Примена. Ултравioletова спектроскопија. Потекло на лентите во УВ. Правила за избор. Интензитети. Хромофори, ефект на конјугација и конформација. Ефект на растворувачот. Примена на УВ спектри кај алифатични и кај ароматични соединенија. Спектри во видливата област - обоени супстанции. Примена. Масена спектрометрија. Масен спектар и масен спектрометар. Взаимодејство на молекули со јонизирани молекули. Изотопи и изотопски пикови. Определување на релативна молекулска маса. Типови на фрагментација. Примена. Комбинирано користење на спектроскопски податоци.

Литература:

1. G. Herzberg, *Infrared and Raman Spectra of Diatomic Molecules*, Dover Publ., New York, 1988.
2. D. L. Pavia, G. M. Lapman, G. H. Kriz, *Introduction to Spectroscopy*, J. Willey and Sons, New York, 1982.
3. C. N. Banwell, *Fundamentals of Molecular Spectroscopy*, McGraw Hill Publ., Co. Ltd, London, 1966.
4. Б. Шоптрајанов, *Спектроскопски методи за определување на молекулски структури* (предавања).

Дифракциони методи за испитување на кристали

Д-р Глигор Јовановски, редовен професор

Основи на дифракционите методи. Споредба со спектроскопските методи. **Рендгенска дифракција.** Монокристални обрасци. Собирање на експериментални податоци. Разни видови корекции на рефлексите. Определување на просторната група. Фазен проблем и негово решавање. Метода на тежок атом (Patterson-ова синтеза; Fourier-ова синтеза). Метода на проба и погрешка. Метода на изоморфна замена. Директни методи. Аномална дисперзија и апсолутна конфигурација. Диферентна Fourier-ова мапа. Уточнување на структурата. **Поликристални обрасци.** Принципи на методата на спрашени обрасци. Индексирање на линиите. Примена на методата на спрашени обрасци. **Неутронска дифракција.** Основи на неутронската дифракција. Споредба со рендгенската дифракција. Примена на неутронската дифракција. Деформациона електронска густина. **Електронска дифракција.** Основи на електронската дифракција. Споредба со рендгенската дифракција. Примена на електронската дифракција. Кристалографски бази на податоци и нивно користење.

Литература:

1. J. P. Glusker, K. N. Trueblood, *Crystal Structure Analysis*, Second Edition, Oxford University Press, Oxford, 1985.
2. J.-J. Rousseau, *Basic Crystallography*, John Wiley & Sons, Chichester, 1999.
3. C. Giacovazzo, H. L. Monaco, D. Viterbo, F. Scordari, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, *Fundamentals of Crystallography*, Ed. C. Giacovazzo, IUCr, Oxford Science Publications, 1995.
4. H. Stout and L. H. Jensen, *X-ray Structure Determination*, Collier-Macmillan Limited, London, 1968.

Современи електроаналитички методи

д-р Корнелија Стојанова, редовен професор
д-р Благоја Јорданоски, редовен професор

Теоретски основи. Улога на електроаналитичките методи во истражувањата. Поларографски и волтаметриски методи. Класична поларографија. Усовршување на поларографските методи. Електроди во поларографијата и волтаметријата. Поларографија и нејзина примена во заштита на околината. Определување на неоргански супстанции. Определување на органски супстанции. Волтаметрија со линеарна промена на потенцијалот и циклична волтаметрија. Електрометриски "стриппинг анализи". Избор на експериментални услови. Област на примена на електрохемиските методи. Обработка на пробите. Примена на електрохемиските методи при анализа на биолошки примероци. Потенциометрија. Вовед. Видови електроди: метални, селективни електроди, стаклена, селективни електроди со цврста мембрана, селективни електроди со течна мембрана. Определување на параметрите на електродната функција. Мерна техника при користење на јонселективните електроди. Потенциометриски титрации. Примена на јонселективните електроди во хемијата, физиологијата, биологијата и медицината.

Литература:

1. Ivan Piljac, *Teoriske osnove, mjerne naprave i primjena*, Zagreb, 1995.
2. Дж. Плэмбек, *Электрохимические методы анализа, Основы теории и применение*, Мир, Москва, 1985.
3. Р. Калвода, *Электроаналитические методы в контроле окружающей среды*, "Химия", Москва, 1990.
4. Joseph Wang, *Analytical Electrochemistry*. VCH Publishers, Inc, New York, 1994.

Одбрани поглавја од теоретска органска хемија

д-р Богдан Богданов, вонреден професор

Вовед. Хиерархија на теориите во органската хемија. Молекулски орбитали и молекуларни дијаграми. Основна состојба на молекулите. Молекуларни дијаграми и реактивност на молекулите. Ароматичност и ароматичен карактер. Интерпретација на електронски спектри и вибрациони спектри. Компјутерски програми за молекулскоорбитални пресметки. Семиемпириски методи. Ab initio методи. Современи теории за киселини и бази. Корелација помеѓу структурата и молекулите и нивната физиолошка активност. Структурно-криптични методи. Hansh-ов модел. Free-Wilson-ов модел. Модел на Лиен. Мапа на рецепторот. Структурно имплицитни методи. Квантохемиско моделирање. Ab initio пресметувања на површината и волуменот на молекулите. Структурно-експлицитни методи. Атомски фрагменти. Информациони индекси. ID-број. Контура на молекулите. Структурно-графички методи (компјутерска графика).

Литература:

1. Flurry, *Quantum Chemistry*, Prentice-Hall, New Jersey, 1985.
2. И. Минкин, Б. Ја. Симкин, Р. М. Минјаев, *Квантоваја хемија органических соединенија*, Химија, Москва, 1986.
3. G. Richard, *Quantum Pharmacology*, Butterworths, 1983.
4. Stuper, W. Brugger, P. Jurs, *Computer Assisted Studies of Chemical Structure and Biological Function*, John Wiley and Sons, New York, 1982.
5. Розенблит, В. Голендер, *Логико-комбинаторные методы в конструировании лекарств*, Знатне, Рига, 1984.

Хетероциклична хемија со хемија на природни производи

д-р Лилјана Јовевска, вонреден професор

Шесточлени хетероциклични соединенија со два и повеќе хетероатоми. Шесточлени хетероциклични соединенија со два атома на азот (диазини). Шесточлени хетероциклични соединенија со два атома на кислород (диоксани). Шесточлени хетероциклични соединенија со два атома на сулфур. Шесточлени хетероциклични соединенија со два различни хетероатоми. Шесточлени хетероциклични соединенија со три хетероатоми. Шесточлени хетероциклични соединенија со четири хетероатоми. Седумчлени и осумчлени хетероциклични соединенија. Седумчлени хетероциклични соединенија со еден хетероатом и со два хетероатома.

Осумчлени хетероциклични соединенија со еден хетероатом и со два хетероатома. Сложени хетероциклични соединенија. Бициклични хетероциклични соединенија. Неоргански хомо- и хетероциклични соединенија. Неоргански хетероциклични соединенија составени од еднакви атоми. Неоргански хетероциклични соединенија составени од различни атоми. Хетероциклични соединенија во природата. Природни соединенија со пиролов, тиофенов и фуранов прстен. Природни соединенија со имидазолов, пиразолов и тиазолов прстен. Природни соединенија со пиридински, пиримидински и пурински прстен.

Литература:

1. А. Тернеј, *Современнаја органическаја химија*, Москва, МИР, 1981.
2. G. R. Newkome, W. W. Paulder, *Contemporary Heterocyclic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York, 1982.
3. D. T. Davis, *Aromatic Heterocyclic Chemistry*, Oxford University Press, New York, 2002.
4. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford University Press, New York, 2001.
5. J. March, *Advanced Organic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York, 1985.

Одбрани поглавја од експерименталната органска хемија

д-р Емил Поповски, доцент

Вовед. Нови методи за екстракција и изолација. Класични методи за испитување на механизмите на органските реакции. Современи методи за испитување на механизмите на органските реакции. Идентификација на продукти. Кинетички испитувања. Определување на присуството на интермедиери. Примена на изотопи во испитувањето на органските реакции. Примарни кинетички изотопски ефекти. Каталитички испитувања. Стереохемиски испитувања.

Литература:

1. J. March, *Advanced organic chemistry*,
2. H. Maskill, *Structure and reactivity in organic chemistry*,
3. S. H. Pine, *Organska kemija*,

Современи синтети во органската хемија

д-р Зоран Здравковски, вонреден проесор

д-р фроса Анастасовска, доцент

Образување на единечна C–C врска. γ -Алкилирање на 1,3-дикарбонилни соединенија Алкилирање на β -кетосулфоксиди и сулфони. Алкилирање на кетони. Реакции на енамимирање. Реакции на бистио карбанјони. 1,4-Адиција на органометални соединенија на α,β -незаситени кетони. Синтеза на 1,5-диени од алил соединенија. Синтетичка примена на карбени и карбеноиди. Образување на двојна C=C врска. Реакции на β -елиминации. Пиролитички *сн*-елиминации. Стереоселективна синтеза на три- и тетрасупституирани етиленци. Оксидациона декарбоксилација на карбоксилни киселини. Циклоадициони реакции. Диелс-Алдерови реакции. Интрамолекуларни Диелс-Алдерови реакции. Интрамолекуларни Диелс-Алдерови реакции. [4+2] Циклоадициони реакции. [3+2] Циклоадициони реакции. [2+2] Циклоадициони реакции. Оксидација. Оксидација на алкохоли. Оксидација на алкени. Оксидација на алкил и алкенил фрагменти. Оксидација на кетони. Оксидација на сулфур, селен и азот. Редукција. Каталитичка хидрогенација. Редукција со растворливи метали. Редукција со боран, алуминиум хидрид и нивни деривати. Редукција на агенци кои не содржат метал. Хидроборирање. Приготвување на алкил и алкенил хидроборани. Приготвување на функционални групи кои содржат кислород. Воведување на хетероатоми преку хидроборирање. Комбинаторни синтети.

Литература:

1. J. March, *Advanced Organic Chemistry*, 4th Edition, John Wiley, New York, 1992.
2. M. B. Smith, *Organic Synthesis*, McGraw-Hill, New York, 1994.
3. W. Carruthers, *Cycloaddition Reactions in Organic Synthesis*, Pergamon Press, 1990.
4. O. P. Rodig, C. E. Bel, A. K. Clark, *Organic Chemistry Laboratory, Standards and Microscale Experiments*, HBJ New York, 1990.
5. K. L. Williamson, *Macroscale and Microscale Organic Experiments*, D. C. Heath and Company, Lexington, MA, 1989.

Органска стереохемија

д-р Богдан Богданов, редовен професор

Добивање и реакции на стереоизомери. Рацемизација. Добивање на дијастереоизомери Реакции на хирални молекули. Образување на нов хирален центар. Стереохемија на различни типови органски реакции. Асиметрична индукција. Апсолутна асиметрична синтеза. Правило на Прелог. Правило на Крам. Стереоселективни и стереоспецифични реакции. Стереохемија и реакции на азотни соединенија. Просторна структура на амините. Геометриска изомерија на оксимите. Стереоизомерија на Шифови бази. Оптичка активност на тривалентните и четривалентните соединенија на азотот. Стереохемија на амидите. Реакции на оптички активни азотни соединенија. Стереохемија на силициумови, фосфорни, арсенови, сулфурни, борни и други органски соединенија. Стереохемија на силициумови соединенија. Стереохемија на арсенови соединенија. Стереохемија на сулфурни соединенија. Реакции на оптички активни фосфорни соединенија.

Литература:

1. Потапов, *Стереохемија*, Москва, 1976.
2. March, *Advanced Organic Chemistry*, John Wiley and Sons, 1985.

Молекуларно моделирање во органската хемија и во биохемијата

д-р Киро Стојаноски, редовен професор

Вовед. Емпириски методи за пресметување. Молекуларна механика. Семи-емприски методи. Локален и глобален енергетски минимум, бранови функции, Hartree-Fock бранови функции, техники и методи за пресметување. Оптимизирање на геометријата. Поважни методи за оптимизирање. Параметри за семи-емпириските методи. Поважни типови силиви полиња и нивна примена. **Основни поими од квантната хемија** (Хамилтонијан, атомски орбитали, системи со повеќе електрони, молекулски орбитали, теорија на Hartree-Fock, базисни сетови, и др.). Различни апроксимации за квантно-механички пресметувања. **Молекуларна динамика.** Примери за симулација на молекуларната динамика. Определување на молекуларни параметри. Молекулрани својства на органските молекули и биомолекулите (полнежи, електростатски потенцијал и др.). **Конформациона анализа на органски соединенија и биомолекули.** Анализа на конформацијата на различни системи од органски молекули и биомолекули (конформација на алканите и циклолакни, органски соединенија со повеќекратни врски, азотни органски соединенија и др.). Анализа на конформационите промени на биомолекулите (протеини, нуклеински киселини и јаглехидрати). **Моделирање на органски реакции.** Примена на квантно-механичките методи за испитување на реактивноста и селективноста (динамичка метода, Хикелова теорија за ароматичност, гранични орбитали, семиемприски и *ab initio* теории за раскинување и образување на врски, површини на потенцијална енергија и моделирање на преодна состојба, испитување на влијанието на растворувачот и други карактеристики). **Методологија за испитување на соединенија со големи молекулски молекулски маси** (метода на сфери, наоѓање на активни центри, испитување на примарна, секундарна и други нивои на структури на макромолекулите, анализа на хомологија на низите и др.). Молекуларно-механички пресметувања за големи молекули (јаглехидрати, протеини и нуклеински киселини). Примена на методите за моделирање за анализа на карактеристиките на биомолекулите (наоѓање на активни центри и цепови, класификација според хидрофобност или хидрофилност и др.). Примена на семиемприските методи и *ab initio* методи за пресметувања на кај биомолекулите низ примери.

Литература:

1. J. B. Foresman and Aeleen Frisch, *Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods: A guide to Using Gaussian*, Gaussian, Inc., 1993
2. W. J. Hehre, L. D. Burke, A.J. Shusterman and W. J. Pietro, *Experiments in Computational Organic Chemistry*, Wavefunction, Inc., 1993.

Современи хемиски методи во експерименталната биохемија

д-р Киро Стојаноски, редовен професор
д-р Богдан Богданов, редовен професор

Основни принципи за примена на хемиски методи во биохемијата. Примена на хемиските методи при испитување на биомолекули. Анализа на клеточен материјал. Изолира-

ње, чување и обработка на биолошкиот материјал. **Ензимски методи.** Ензимска кинетика. Методи за испитување на ензимската кинетика. Методи за испитување на ензимските механизми. **Спектроскопски методи.** Вовед. γ -спектроскопија и γ -резонантна спектроскопија. Рендгенска дифракција. Ултравioletова и видлива спектроскопија. Циркуларен дихроизам. Турбидиметрија и нефелометрија. Луминиметрија. Атомска спектроскопија. Примена на ласери. Инфрацрвена и раманска спектроскопија. Електронспин резонанца. НМР спектроскопија. Примена на 3D и 4D, хетеронуклеарна НМР при определувањето на структурата на биомолекуларни комплекси на протеини и нуклеински киселини. Оверхаусер ефект. **Масена спектрометрија.** Методи во масената спектроскопија. Хемиска јонизација. Јонизација со електромагнетно поле. Јонска десорпција. Метода со испарување на јони. Типови на распаѓања кај биомолекули и метаболитички производи. Масена спектрометрија на протеини и нуклеински киселини. Тандем масена спектрометрија. **Електрофоретски методи.** Принципи. Носачи и полнителни во електрофореза. Електрофореза на протеини. Електрофореза на нуклеински киселини. Капиларна електрофореза. Дводимензионална електрофореза. Електрофореза спрегната со хроматографија и други техники. **Хроматографски методи.** Јонско-изменувачка хроматографија. Молекуларно-исклучувачка хроматографија. Афинитетна хроматографија. Тенкослојна хроматографија.

Литература

1. K. Wilson and J. Walker, *Principal and Techniques of Practical Biochemistry*, University Press, 2001
2. R. Alexander and J. Griffiths, *Basic Biochemical Methods*, Cambridge University Press, 2001

Современи биомедицински методи во експерименталната биохемија

наставници од Медицински факултет

Основни техники во молекуларна биологија и биохемијата. Основни техники за работа со нуклеинските киселини. Изолација на нуклеински киселини. Мапирање на ДНА фрагменти. ДНА блотинг техники. Полимеразна веризна реакција. Секвенционирање на ДНА. Бактериско клонирање на гени. Клонирање со полимеразна веризна реакција. Вектори за клонирање. Примена на генетско клонирање. **Имунохемиски методи.** Продукција на антитела. Изолација и фрагментирање на имуноглобулини. Имунопреципитација. Обележување на антитела. Имуноблотинг. Имунохистологија и цитохемија. Афинитет и авидитет. Имунохемиска примена на површинска плазмон резонанца. **Центрифугирање.** Центрифуги, опис и основни принципи. Ултрацентрифугирање. Сепарациони методи во препаративно центрифугирање. Раздвојување со градиент на густината. Анализа на субцелуларни фракции. Примена на аналитичко центрифугирање. **Примена на радиоизотопи во биохемијата.** Принципи и радиохемиски мерења во биохемијата. Примена на радиоизотопи во биохемија.

Литература:

1. K. Wilson and J. Walker, *Principal and Techniques of Practical Biochemistry*, University Press, 2001
2. R. Alexander and J. Griffiths, *Basic Biochemical Methods*, Cambridge University Press, 2001

Клиничко-биохемиски лабораториски методи

Наставник од Медицински факултет

Вовед. Собирање и припрема на биолошки материјал. Работа со крв, урина и фецес. Работа со други телесни течности (ликвор, амнионска течност, плеурална перикардијална течност, синовијална течност и др.). **Проверување и воведување методи во клиничката хемија.** Аналитички карактеристики на методата (практичност, аналитичка сигурност и др.). **Контрола на квалитетот на работа во клиничка лабораторија.** Внатрешна контрола на квалитетот на работа. Контрола на преданалитичките променливи (контролен материјал, контролни карти, Левеј-Џенингсова (Levey-Jening) контролна карта и др.). Други типови контролни карти. Примена на компјутери во контролата на квалитет во лабораторијата. **Референтни вредности.** Референтна популација. Избор на референтна популација. Обработка на податоците (собирање, биолошки фактори и статистичка обработка). **Примена на клиничко-лабораториските методи при определување на различни биомолекули и метаболити.** Определување на протеини, јаглехидрати, липиди, ензимска активност неоргански јони и сл.).

Литература:

1. W. Marshal, *Clinical Chemistry*, Gower Medical Publishing, 1992.
2. N. Majkic-Singh i suradnici, *Medicinska biohemija. Principi i metode*, 1998.

Електрохемиски методи во биохемиската анализа

д-р Валентин Мирчески, доцент

д-р Благоја Јорданоски, редовен професор

Видови на електроди во биохемиската анализа. Модификација на површините на цврсти електроди. Хемиски модифицирани електроди. Модификација со мономолекуларни слоеви. Модификација со сол-гел постапка. Електрокаталитички модифицирани електроди. Преконцентрациски електроди. Електроди модифицирани со полупропустливи мембрани. Електроди модифицирани со електропроводни полимери. Електроди модифицирани со ензими. Електроди модифицирани со бактерии и ткива. DNA-модифицирани електроди. **Апликација на модифицираните електроди во биохемиската анализа.** Електрохемиски биосензори. Студија на каталитички електродни механизми. Имуносензори. **Електрохемиски методи за студирање на редокс активни протеини и ензими.** Филм волтаметрија. Електродни механизми во филм волтаметријата. Протеин-филм волтаметрија. **Електрохемиски методи за студирање на гранична фаза помеѓу две немешливи течности.** Значење на граничната фаза помеѓу две немешливи течности во биохемијата. Волтаметрија на граничната површина помеѓу две немешливи течности. Пренос на јони и електрони низ вештачки мембрани. Трифазни електроди и нивна примена за студија на преносот на полнежи низ граничната површина помеѓу две немешливи течности.

Литература:

1. Analytical Electrochemistry, Joseph Wang, Wiley-VCH, 2000.
2. Liquid Interfaces in Chemical, Biological, and Pharmaceutical Applications, Ed. Alexander G. Volkov, Marcel Dekker, Inc. 2001.
3. Electron Transfer in Chemistry, Ed. Vincenzo Balzani, Wiley-VCH, 2001.

Неорганска биохемија

д-р Слоботка Алексовска, доцент

д-р Мирјана Ристова, вонреден професор

Основи на неорганската биохемија. Биолошки лиганди и комплекси. Теорија на лигандно поле. Кинетика и основни реакциони механизми во биолошките системи. Термодинамика и рамнотежа. Транспорт на јони низ мембраните. Транспорт на метални јони низ мембраните во живите организми. Складирање на металните јони во живите организми. Биохемија на алкалните и земноалкалните метали. Биохемиско значење на алкалните и земноалкалните метали. Алкалните метали во улога на регулатори на електрохемискиот потенцијал на мембраните. Алкалните и земноалкалните метали како активатори на ензимите. Комплекси со нуклеинските киселини. Биосензори. Биохемија на метал-протеински комплекси. Железото во биолошките системи: хематопротеини и хем-ензими. Кобалт во B_{12} и коензими и кобалт супституирани металопропротеини. Метал-протеини и метал-ензими на цинк, никел, хром, молибден, и ванадиум. Улогата на комплексите на алуминиум со ДНК во појавата на некои специфични болести. Експериментални методи за испитување на неорганските биосоединенија и биохемиските процеси во кои се вклучени. Спектроскопски методи за испитување на био-неорганските соединенија (со вежби). Магнетни својства на бионеорганските соединенија. Електрохемиски методи за испитување на редокс-процесите во биолошките системи (со вежби).

Литература:

1. J. A. Cowan, *Inorganic Biochemistry*, WILEY-VCH, Inc. 1997, Canada.
2. M. J. Kendrick, M. T. May, M. J. Plishka, K. D. Robinson, *Metals in Biological Systems*, Ellis Horwood, 1992.

Бионеорганска хемија

Д-р Иван Грозданов, вонреден професор

Биохемиска улога на есенцијалните елементи кај човекот (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mo, Co, Ni, Cr, Si, I, Se, As, F, Mn). Хемиски аспекти на токсикологијата на неоргански супстанции кај човекот и во човековата околина (Олово, цинк, кадмиум, талиум, бакар, жива, бариум, антимион, берилиум, хром, манган, фосфор, арсен, радон). Хемиски аспекти на фармакологијата на неоргански супстанции: лекови од неоргански супстанции (Историја на користење на неоргански лекови; Лекови што содржат сребро и жива; Лекови што содржат алуминиум; Лекови што

содржат злато; Лекови што содржат бор; Лекови што содржат калциум и магнезиум; Лекови што содржат кобалт; Лекови што содржат бакар; Лекови што содржат флуор; Лекови кои содржат железо; Лекови кои содржат гадолиниум; Лекови кои содржат литиум; Лекови што содржат азот; Лекови кои содржат платина; Лекови кои содржат калај; Лекови кои содржат технициум; Лекови со селен (микроелементи. Метали и нивните антидоти. Неоргански загадувачи на воздухот (Азотни оксиди; Сулфурни оксиди; Атмосферски оксиденси; Алкалии и фосфати; Амонијак и амониум хидроксид; Флуор, флуороводород и деривати; Јаглерод моноксид; Цијановодород и негови деривати; Силициум диоксид; Азбест).

Литература:

1. И. Грозданов, *Токсикологија и фармакологија на неоргански супстанции*, интерна скрипта, ПМФ, Скопје.
2. R. Dreisbach, W. Robertson, Труења: превентива, дијагностика и лечење.
3. Одбрани трудови од разни научни списанија

Современи тенкослојни материјали

Д-р Иван Грозданов, вонреден професор

Вовед. Материјалите и современите технологии. Тенки слоеви од неоргански супстанции. Методи за приготвување на тенки слоеви од неоргански супстанции. Метод на хемиска депозиција на тенки слоеви од неоргански супстанции. Механизам на депозиција на тенките слоеви од неоргански супстанции. Основи на зонската теорија. Кристал, адијабатска апроксимација, едноелектронска апроксимација, апроксимација на слободни електрони, Шредрингеровата равенка на електрон во периодичното поле на решетката, апроксимација на квазислободни електрони, теорија на сврзани електрони, ефективна маса на носителите на полнеж, шуплина, густина на распределба на состојбите по енергии во дадена зона. Класификација на цврстите супстанции од аспект на зонската теорија (спроводници, полупроводници и изолатори). Полупроводници. Сопствен полупроводник. Примесен полупроводник. Оптички својства на тенки слоеви од полупроводливи материјали. Интеракција на електромагнетното зрачење со полупроводниците. Енергетски премини. Определување на оптичката ширина на забранетата зона. Екситони. Влијание на примесите на оптичките својства. Влијание на слободните носители на полнеж на оптичките својства. Електрични својства на тенки слоеви од полупроводливи материјали. Електрична спроводливост. Електрична спроводливост на сопствен полупроводник. Омски контакти со тенките слоеви од полупроводливи материјали. Мерење на темниот електричен отпор. Тип на спроводливост. Определување на термичката ширина на забранетата зона и енергијата на јонизација на примесните нивоа. Тенки слоеви од нанокристални полупроводливи тенки слоеви. Квантни филмови, квантни точки и квантни жици. Манифестација на ефектите заради големина на кристалите во оптичките и електричните својства. Биокомпатибилни слоеви и нивна примена.

Литература:

1. S. M. Sze, *Semiconductor Devices, Physics and Technology*, Wiley, New York, 1985.
2. R. Dalven, *Introduction to Applied Solid State Physics*, Plenum press, New York, 1990.
3. P. Y. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of Semiconductors*, Springer, New York, 1999.
4. K. Seeger, *Semiconductor Physics*, Springer-Verlag, New York, 1973.
6. C. Kittel, *Uvod u fiziku čvrstog stanja*, Savremena administracija, Beograd, 1970.
6. V. Šips, *Uvod u fiziku čvrstog stanja*, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
7. M. Balkanski, R. F. Wallis, *Semiconductor Physics and Applications*, University press, Oxford, 2000.
8. M. P. Marder, *Condensed Matter Physics*, John Wiley and Sons, New York, USA, 2000.
9. W. D. Callister, *Materials Science and Engineering*, Wiley, New York, 1997.

Координациона хемија

Д-р Верка Јордановска, редовен професор

Д-р Мирјана Ристова, вонреден професор

Вовед. Класични лиганди, класични комплекси. Нови лиганди, нови комплексни соединенија. Номенклатура, геометриска структура и изомеризам кај координационите комплекси. Стабилност на координационите соединенија и фактори кои влијаат на стабилноста. Теорија на кристално поле кај комплексите на преодните елементи. Теорија на молекулски орбитали

кај комплексите на преодните елементи. Електронски спектри. Магнетни својства на комплексите. Примена на теоријата на лигандно поле. Органометални комплекси. Начин на сврзување кај кластерни соединенија. Примена на разни методи во изучувањето на координационите соединенија. Редокс центри. Структурни карактеристики на манганови сајтови во комплексите при фотосинтеза. Метални сајтови во метал протеински комплекси на бакар, железо, цинк, молибден, волфрам) како и во ензими што содржат ванадиум. Својства на железосулфурни протеини. Структурни и функционални својства на никел-железни хидрогенази.

Литература:

1. S. F. A Kettle, *Physical Inorganic chemistry*, 1996.
2. W. W. Portefield, *Inorganic Chemistry, A Unified Approach*, 1993.
3. H. A. O. Hill, P. J. Sadler, A. J. Thomson, *Metal sites in Proteines and Models, Redox centres*, 1999.

Хроматографски методи

Д-р Симка Петровска-Јовановиќ, редовен професор

Д-р Зоран Здравковски, редовен професор

Вовед. Главни објаснувања. Класификација на хроматографските методи. Елуациона хроматографија. Ефектот на релативната брзина на миграција и ширењето на лентите, врз разделувањето. Брзина на миграција на растворените компоненти. Ефикасност на хроматографските колони. Резолуција на колоните. Теории за хроматографија: Теорија на подови. Кинетичка теорија. Теорија на Golay. Хроматографска примена. Квалитативна анализа. Квантитативна анализа. Анализи базирани на висината на пикот. Анализи базирани на површината на пикот. Гасна хроматографија. Вовед. Теорија на гасната хроматографија. Видови колони. Оптимизирање на раздвојувањата во гасната хроматографија. Детектори и обработка на податоци. Квалитативна и квантитативна анализа. Некои апликации на гасната хроматографија. Високоефикасна течна хроматографија (HPLC). Апаратура. Резервоари за мобилна фаза. Системи за пумпање. Системи за инектирање на проба. Колони и заштитни колони. Полнење на колоните. Детектори. Регистрација и обработка на податоците. Примена. Споредба на HPLC и GC. Високоефикасна атсорпциона хроматографија. Течно-цврлата хроматографија (LSC). Високоефикасна поделбена хроматографија. Течно-течна хроматографија (LLC). Врзано-фазна хроматографија (BPC). Афинитетна хроматографија (AC). Високоефикасна ексклузивна хроматографија (SEC). Јоно-разменувачка хроматографија (IEC). Јонска хроматографија (IC). Хроматографија со јонски пар (IPC). Планарна хроматографија. Хроматографија на хартија (PC). Тенкослојна хроматографија (TLC). *Суперкритична-флуидна хроматографија* (SFC).

Литература:

1. D. A. Scoog., D. M. West, F. J. Holler, *Fundamentals of analytical chemistry*, Sixth Ed., Saunders College Publishing, Fort Worth, 1994.
2. Handbook of HPLC, *Chromatographic science*; v. 78, Ed. E. Katz, New York, 1998.
3. L. R. Snyder, J. J. Kikland, J. L. Glajch, *Practical HPLC method development*, 2nd Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997.
4. S. Lindsay, *High performance liquid chromatography*, The ACOL Series, London, 1992.
5. R. L. Grob, *Modern Practice of Gas Chromatography*, 3rd Ed., John Wiley & Sons, New York, 1995.

Анализа на траги

д-р Илинка Спиревска, редовен професор

д-р Катарина Чундева, вонреден професор

Вовед. Дефиниција на траги. Улогата на трагите во хемиските системи и обрасци во кои се присутни. Избор на метода за анализа на траги. Осетливост на методата и граница на детекција. Специфичност и селективност на методата. Валидиација на методата. Подготовка на пробата за анализа. Земање на проба за анализа. Претходна подготовка на пробата за анализа. Чување на пробата. Разложување на пробата по мокар и сув пат. Разложување со микробранива енергија. Минерализација на пробата. Методи на маскирање. Маскирање на поделните конституенти во пробата. Избор на лиганд за маскирање. Демаскирање на одделните конституенти во пробата. Одделување и концентрирање на пробата. Значење на методите за одделување и концентрирање на конституентите во пробата и нивни општи карактеристики. Евапорација, дестилација и сублимација. Таложење. Копреципитација. Копреципитација со колектор. Колоидна таложна флотација. Јонска флотација. Течна сублатација.

Течно-течна екстракција. Сорпција и јонска измена. Цврсто-фазна екстракција. Екстракција со суперкритични флуиди. Сорпција на активен јаглен. Сорпција на метални оксиди. Сорпција на синтетички јонити. Сорпција на хелатни смоли. Електросепарација на цврсти електроди. Цементација. Анодно растворање. Определување на различните форми на елементите во траги (специјација). Загуби во текот на анализата. Онечистување во текот на анализата. Грешки поврзани со употребата на стандардните раствори и реагенси. Мерки на претпазливост при анализа на траги. Загуби во текот на анализата. Онечистување во текот на анализата. Грешки поврзани со употребата на стандардните раствори и реагенси. Анализа на траги од некои конституенти. Анализа на траги од елементи. Анализа на траги од органски супстанции. Анализа на траги од радионуклеиди. Определување на различните физичко-хемиски форми на елементите во траги (специјација).

Литература:

1. Atsushi Mizuike, *Enrichment Techniques for Inorganic Trace Analysis*, Springer Verlag, Heidelberg, 1983.
2. X. M. Кузмин, Ю. А. Золотов, *Концентрирование следов Элементов*, Наука, Москва, 1988.
3. И. В. Пятницкии, В. В. Сухан, *Маскирование и демаскирование в аналитической химии*, Наука, Москва, 1990.
4. F. W. Fifield, P. J. Haines, *Environmental Analytical Chemistry*, Blackie Academic and Professional, London, 1995.
5. Стоян Александров, *Методи за разтваряне, разделяне и концентриране в аналитичната химия*, Народна култура, София, 1995.

Спектроскопски и радиохемиски аналитички методи

д-р Лидија Шоптрајанова, редовен професор
д-р Трајче Стафилов, редовен професор

Електромагнетно зрачење. Интеракција меѓу електромагнетното зрачење и образецот. Феномени при интеракцијата (апсорпција, емисија, забавена емисија, расејување) на електромагнетното зрачење. *Методи базирани на апсорпција на електромагнетното зрачење.* Закони. Мерења и изведени величини. Ултравиолетова и видлива спектроскопија. Инфрацрвена спектроскопија. Диферентна апсорпциона спектроскопија. Атомска апсорпциона спектроскопија. Аналитичка примена на методите. *Методи базирани на емисија на електромагнетно зрачење.* Атомска емисиона и флуоресцентна спектроскопија. Рендгенска емисиона и флуоресцентна спектроскопија. Аналитичка примена на методите. *Радиохемиски аналитички методи.* Активациона анализа. Авторадиографија. Индикаторска метода и метода на изотопско разредување. Радиометрија. Радиометриски титрации.

Литература.

1. J. H. Kennedy, *Analytical Chemistry (Principles)*, HBJ, New York, 1984.
2. A. Skoog, *Principles of Instrumental Analysis*, Third Ed., Saunders College Publishing, Philadelphia, 1985.
3. G. D. Khristian, J. E. O'Reilly (Eds.), *Instrumental Analysis*, Sec. Ed., Prentice Hall, 1993.
4. M. Todorović, P. Đurđević, V. Antonijević, *Optičke metode instrumentalne analize*, Hemijski fakultet, Beograd, 1997.
5. G. Christian, J. O'Reilly, *Instrumental Analysis*, Св. Климент Охридски, София, 1998 (превод на бугарски јазик).

Извори на знаење во хемијата и проверка на знаењето

д-р Бојан Шоптрајанов, редовен професор

Извори на знаења во хемијата. учебници (*содржинска компонента* – усогласеност со програмата; точност на содржините; *педагошко-методска компонента* – стил и начин на излагање, густина на поими, прилагоденост кон психофизичките можности на корисниците; *естетска компонента* – изглед на учебникот, начин на печатење, формат и сл.). Прирачници: содржина, обем, начин на користење (во рамките на предметот, за самообразование, за подготовка за натпревари, за подготовка за квалификациони испити). Списанија: списанија со стручна, образовна и научно-популарна содржина. Компјутерски поддржана настава: компјутерски поддржана настава (CAI) – програмирани секвенци, CD со програмирани секвенци. ИНТЕРНЕТ: пребарувачи, електронски учебници и прирачници, учење на далечина. Проверка на знаењата. Секојдневна усна проверка (пристап, регистрација на знаењата, сумирање на резултатите од проверката). Тестирање (основни принципи, локално подготвени тестови, вобјективни тестови на знаењаг и нивно подготвување; државни тестови). Други форми на

проверка (индивидуални и групни проекти; натпревари, хемиски секции итн.).

Литература:

1. К. Поповски, *Знаењето и неговото усвојување*, Просветно дело, Скопје, 1992
2. К. Попоски, *Современи сфаќања за проверувањето и оценувањето на постигањата на учениците*, МИС, Скопје, 1996.
3. С. Адамческа, *Активна настава*, Легис, Скопје, 1996.
4. К. Hudson, *Introducing CAL. A Practical Guide to Writing Computer-Assisted Learning Programs*, Chapman, 1984.
5. Р. Керамичиева, *Дали и учебникот ги оптоварува учениците во Образовни рефлексии*, **1** (1995) 7.
6. Б. Шоптрајанов, *Може ли креативноста да се учи? Каква е, притоа, улогата на учебникот?*, во Е. Маказлиева (уредник), *Местото и карактерот на учебникот во современи услови*, Просветно дело, Скопје, 1990, стр. 33.
7. Б. Шоптрајанов, *Каков учебник за природните науки?* во *Симпозиум Местото и улогата на природно-математичките наставни подрачја во образовниот процес во основното и средното образование на Република Македонија, Отешево*, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Природно-математички факултет, Скопје, 1994, стр. 118.
8. Г. Ѓорѓиевска, Р. Петковски, *Пат до пообјективно оценување*, Просветен работник, Скопје, 1995.
9. В. Петроска-Бешка, *Изработка и примена на објективни тестови на знаење*, Малинска, Скопје, 1993.
10. Е. Алексиева, *Разработване на тестове за проверка и оценка на знања*, ЦИУУ, Софија, 1994.
11. INTERNET
12. ...

Техники и технологии на учење

д-р Слоботка Алексовска, доцент

Цели и стратегии на учење (стекнување знаења, умеења, вештини, ставови итн). Избор на методите за учење во зависност од целите што треба да се постигнат. Извори на информации битни за хемијата. Методи со кои може да се проучуваат податоците и информациите во зависност од целта (емпириски, аналитички, итн.). Индуктивен и дедуктивен приод при учењето; конвергентни и дивергентни постапки и размислувања при учењето и нивна примена во зависност од целите. Самостојно учење. Прашување; погодување; низ пракса; со обиди и грешки; имитација; помнење; повторување; самопроверка. Графички организери. Организација на сопствените и туѓите мисли и идеи. Препознавање и издвојување на основните поими. Расчленување и поврзување на поимите. Различни модели на графички организери на поимите за нивно, логично, асоцијативно и функционално поврзување. Мисловна визуелизација и мисловни модели. Кооперативно учење (учење во мали групи). Значењето и местото на кооперативното учење во хемијата. Подготовка и организација на просторот за работа во мали групи. Улогата на наставникот при работа во мали групи. Конкретни примери за работа во мали групи. Развој и користење на аудио-визуелни средства при учењето. Улогата и важноста на визуелизацијата за разбирање на апстрактните поими во хемијата. Средства што не бараат посебна технологија (реални објекти, слики, модели итн.). Средства што бараат посебна технологија (графоскоп, проектор, аудио-касети, видео-касети, компакт дискови, компјутери, Интернет итн.). Учење на далечина. Што е учење на далечина. Радио и телевизиски емисии и примена на компјутерската техника при учење на далечина. Улогата на наставникот при учење на далечина. Улогата на ученикот при учење на далечина.

Литература:

1. R. Heinich, M. Molenda, J. Russel, S. Smaldino, *Instrumental Media and Technologies for Learning*, Prentice-Hall Inc., USA, 1999 (превод на српско-хрватски).
2. M. Brubacher, R. Payne, K. Rickett, *Perspectives on Small Group Learning, Theory and Practice*, Rubicon Publishing, Oakville, Ontario, Canada.
3. M.A. Anton, *Innovations of Mathematics, Science and Technology Teaching*, 1999, скрипта, превод на српско-хрватски.

Модели и анимации

д-р Владимир Петрушевски, редовен професор

Увод. Основни поими. Хипотези и теории. Тестирање на хипотезите/теориите. Субјективитет при истражување на “објективната” стварност. Користење на паралелни извори на информации или сознанија. Потреба од визуелизација (создавање ментални концепти). **Мисловни експерименти.** Дефиниција на мисловен експеримент. Потреба од вакви експерименти. Примери на мисловни експерименти. **Модели.** Зошто модели? Видови модели. Ограниченија на моделите. Опасности при примената на (демонстрации со вклучување на) моделите. Примери за модели (атоми, молекули, јадра, хемиски врски, кристали итн.). Изработка на различни модели. **Анимации.** Корист од употреба на анимации во наставата. Компјутерите во наставата по хемија. Компјутерски анимации и програми за подготовка на анимации. Примери (различни модели на атоми; вибрации на молекули; честичка во тридимензионална кутија; расејување на α -честички во кулоновско поле на јадрото; молекулски ротации; хемиски реакции.....). **Видео-експерименти и презентации.** Потреба од видео експерименти? Предности и недостатоци на ваквите презентации. Примери (реакции на калиум со хлор, бром и јод; реакција на големи парчиња алкални метали и вода; fast motion реакции – различни хемиски бранови);

Литература:

Експериментот во наставата по хемија

д-р Владимир Петрушевски, редовен професор

Увод. Експеримент. Потреба од експериментирање. Репродуцибилност (клучни разлики меѓу природните и општествените науки). Можности за класификација на експериментите. Класи на експерименти. Општи правила при експериментирањето. Хемиска лабораторија. Организација на лабораторијата. Неопходна опрема. Принципи при работата. Правила за самозаштита. Заштита на околината (принципи на ракување со хемискиот отпад). Ad hoc експерименти (реакции за докажување катјони и анјони, квалитативни реакции во органската хемија, реакција на метали со вода и киселини и сл.). Маратонски експерименти (избор од: корозија на железо, калцинација на жива, дифузија, осмоза, спонтанa дестилација, ефузија кај течности и сл.). Комплексни и сериски експерименти (избор од голем број можности). Одбрани демонстрациони експерименти од винтересниот поглавја (хемиски часовници, хемиски бранови, осцилаторни реакции, појави на луминисценција, фотохемиски реакции, слободни радикали и сл.). Иновации во опремата и приборот на хемиската лабораторија. Модификации на постоечки експерименти. Оригинален при експериментирањето. “Нови” експерименти. Подготовка на ученици за натпревари по хемија (определување на натпреварувачите, избор на темата и експериментот). Испитот се состои во поставување на нов (невиден во литературата) експеримент или избор на определен експеримент и негова модификација (подобрување).

Литература:

1. G. Fowles, *Lecture Experiments in Chemistry*, Fifth Edition, Bell & Sons, London, 1959.
2. L.R. Summerlin, J.L. Ealy, Jr., *Chemical Demonstrations Volume 1*, Second Edition, American Chemical Society, Washington DC, 1988.
3. L.R. Summerlin, C.L. Borgford, J.B. Ealy, *Chemical Demonstrations Volume 2*, American Chemical Society, Washington DC, 1987.
4. J. Herak, *Opća i anorganska kemija. Pokusi*, Školska knjiga, Zagreb, 1968.
5. В.Н. Верховски, *Техника и методика хемијског експеримента у школи* (књига друга), Завод за издавање уџбеника СР Србије, Београд, 1965.
6. В.М. Петрушевски, М. Најдоски, *Експериментот во наставата по хемија*, книга I, Магор, Скопје, 2000.
7. М. Најдоски, В.М. Петрушевски, *Експериментот во наставата по хемија*, книга II Магор, Скопје, 2002
8. *Journal of Chemical Education* и *Химия в школе* (списанија).

Современи теориски методи во хемијата

д-р Љупчо Пејов, доцент
д-р Виктор Стефов, доцент

Повеќечестична квантно-механичка задача. Хамилтонијан. Антисиметризација на повеќечестичната бранова функција. Оператор на антисиметризација. Принцип на Паули. Фермиони и бозони. Решавање на повеќечестичната квантно-механичка задача. Енергија на повеќечестичните системи. Метод на Хартри-Фок (Hartree-Fock -HF) на самоусогласено поле (self-consistent field - SCF). HF методологии. Спин-контаминација. Едноелектронски и двоелектронски интегрални. Базисни сетови. Избор на базисен сет при квантно-механичките пресметувања. Метод на Рутан (Roothan). Компјутерски методи. Оптимизација на геометриите на повеќечестични системи. Градиентни методи. Метод на теорија на пертурбации за повеќечестични системи (Many body perturbation theory - MBPT). Метод на Молер-Плесет (Møller-Plesset - MP) од втор и повисок ред. Теорија за функционал од електронската густина. Теореме на Хоенберг-Кон (Hohenberg-Kohn). Метод на Кон-Шем (Kohn-Sham). Начин на конструирање на функционали. Статистички модели. Избор на функционал при квантно-механичките пресметувања. Метод на конфигурациона интеракција. Специјални случаи. Анализа на повеќечестичната бранова функција и соодветната густина. Метод на Бадер (Bader). Примена на Бадеровиот метод за анализа на експериментални електронски густини. Статистичко-термодинамички методи во современата хемија. Молекуларна динамика. Елементи од квантна динамика. Тунелирање. Вибрациона, ротациона и вибрационо-ротациона спектроскопија. Квантно-механичка анализа. Вибрациона Шредингерова (Schrödinger) равенка. Начини на решавање. Вибрациона анализа. Анализа на нормални координати.

Литература:

1. P.W. Atkins, Molecular Quantum Mechanics, Oxford, New York, 1986.
2. C.E. Dykstra, Quantum Chemistry & Molecular Spectroscopy, Prentice Hall, 1992.
3. F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, J. Wiley & Sons, 1999.
4. A. Szabo, N. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover, New York, 1996.

Физика на цврста состојба

д-р Ненад Новковски, вонреден професор

Кристали. Типови решетки. Елементарна ќелија и начини на избор. Вигнер-Зајцова елементарна ќелија. Реципрочна решетка. Брилуенови зони. Јонски и ковалентни кристали. Маделунгова (електростатска) енергија на кристал. Вибрации во кристали - фонони. Константи на еластичност. Еластични бранови во кубични кристали. Вибрации на решетката - фонони. Вибрации на моно- ди- и полиатомски решетки. k -простор. Брилуенови зони. Локални фонони типови. Генерирање (ексцитација) на фонони. Апсорпција на инфрацрвено зрачење. Квазиимпулс. Расејување на светлина. Расејување на x -зраци и неутрони. $k=0$ апроксимација. Правила за избор: еднофононски и повеќемонофононски процеси. Ограниченост на применливоста на $k=0$ апроксимацијата. Фотон-фононска интеракција - поларитон. Електрони во кристал. Основни поими на зонската теорија. Слободни електрони. Зомерфелдов модел. Квазислободни електрони. Теорија на сврзани електрони. Примена на апроксимацијата на сврзани електрони на кубична решетка. Движење на електронот во кристалот. Поим за шуплина. Класификација на цврстите тела според зонската теорија (метали, полупроводници и изолатори). Зонска структура на металите. Оптички особини на кристалите. Други типови ексцитации. Основни поими за ексцитони, магнони, плазмони и поларони.

Литература:

1. Kittel, Uvod u fiziku cvrstog stanja, Savremena administracija, Beograd, 1970.
2. M. A. Sherwood, Vibrational Spectroscopy of Solids, Cambridge, 1972.
3. C. Decius, R. M. Hexter, Molecular Vibrations in Crystals, McGraw-Hill, New York, 1977.
4. Ѓ. Синадиновски, Физика на тврдо тело, Скопје, 1992.

Квантна механика I

д-р Ѓорѓи Ивановски, редовен професор

Основни идеи. Математички основи на квантната механика. Суперпозиција на состојби. Оператори. Комутатори. Равенки на движење. Закони за запазување. Сопствени вредности и сопствени функции. Средни вредности. Матрици. Дираков формализам. Унитарни трансформации. Репрезентации. Еднодимензионални проблеми. Стационарен случај. Еднодимензионална Шредингерова равенка. Потенцијална кутија. Линеарен хармониски осцилатор. Честичка во хомогено поле. Коефициент на трансмисија и рефлексивност. Момент на импулсот. Орбитален момент на импулсот. Комутациони релации. Сопствени функции и сопствени вредности. Внатрешен момент на импулсот - спин. Сопствени вредности и сопствени вектори. Средни вредности. Собирање на моменти. Повеќедимензионални проблеми. Стационарен случај. Ротатор. Честичка во оскино и централно - симетрично поле. Наелектризирана честичка без спин во електромагнетно поле. Апроксимативни методи. Варијационен метод. Теорија на паргурбации. Квазикласичен (ВКБ) - метод.

Литература:

1. Ѓ. Ивановски: Квантна механика (нерелативистичка теорија на една честичка), Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Скопје, 1990 год.

Квантна механика II

д-р Ѓорѓи Ивановски, редовен професор

Квази релативистичка механика. Равенка на Клајн-Гордон. Равенка на континуитет. Густина на полнежи и густина на струја. Слободна честичка. Равенка на Дирак. Коваријантен облик. Равенка на континуитет. Електрон-позитронски вакуум. Равенка на Паули. Релативистички поправки во хамилтонијанот $\sim (v/c_0)^2 \ll 1$. Релативистички поправки во кулоновско поле. Фина структура на водороден атом. Супер-фина структура на водородниот атом. Лембовско поместување. Квази-релативистички хамилтонијан на водороден атом во магнетно поле. Ефект на Земан. Ефект на Пашен-Бах. Системи од идентични честички. Принцип на неразликување на идентични честички. Симетрија на бранова функција. Бранова функција на две идентични честички. Спин и симетрија на бранова функција. Бранова функција на n -идентични бозони. Бранова функција на n -идентични фермиони. Систем од две честички со спин s . Систем од два електрона. Репрезентација на броеви на пополнување. Оператори на генерација и анихилација на бозони. Оператори на генерација и анихилација на фермиони. Едночестични и многучестични оператори. Хамилтонијан при парни заемодејства. Атоми. Атом на хелиум. Основна состојба. Екситирана состојба. Варијациони принцип. Енергија на јонизација. Метод на Хартри. Метод на Хартри-Фок. Состојба на електроните во атомите. Атомски термови. Основен терм. Атом на хелиум. j - j врска. Фина структура на атомите. Периоден систем на елементите. Статистички модел на Томас-Ферми. Атом во хомогено магнетно поле. Ефект на Штарк. Ефект на Штарк за водороден атом. Молекули. Адијабатска апроксимација. Двоатомна молекула. Јон водородна молекула. Пресметува на S , K , A . Основна состојба. Водородна молекула. Валентност. Ван-дер-Валсови сили. Ротационо-вибрационо движење на двоатомна молекула. Енергетски спектар на двоатомна молекула. Потенцијал и $Mozz$. Потенцијал и $Kratcer$. Значење. Веројатност на премин. Мултиполно разложување. Изборни правила. Изборни правила на линеарен хармониски осцилатор.

Литература:

1. Ѓ. Ивановски: Предавања по квантна механика II, интерна скрипта, 1992, Скопје.

Хемија и физика на полимери

д-р Маја Цветковска, редовен професор

Основни поими за полимерите. Особености на градбата на полимерите. Разлики меѓу својствата на полимерните и нискомолекуларните соединенија. Класификација и номенклатура. Основи на синтеза на полимери. Кондензациона (степенеста) полимеризација. Рамнотежна поликондензација (формирање на полимерната верига, моларна маса и моларно-масина распределба, реакции на деструкција, кинетика, рамнотежа, точка на желирање). Нерамнотежна поликондензација (карактеристики, меѓуфазна поликондензација). Најнови истражувања и перспективи. Верижна (адациона) полимеризација. Слободно-радикална полимеризација

(мономери и иницијатори, механизам, реакции на пренос на верижната активност, кинетика, енергетски карактеристики, моларна маса, молано-масина распределба). Катјонска полимеризација (мономери и иницијатори, механизам, реакции на пренос, кинетика, енергетски карактеристики, моларна маса, моларно-масина распределба). Анјонска полимеризација (мономери и иницијатори, кинетика и механизам (со и без прекин), "живи" олимерни вериги). Стереорегуларна полимеризација. Слободно-радикална кополимеризација (равенка за составот на кополимерот, константи на кополимеризација, реакциона способност на мономерите, Q-е шема, структура). Најнови истражувања во областа. Структура на полимери. Структура на полимерна верига. Композиција, конфигурација, еластичност, конформација. Статистика на линеарни полимери. Моларна маса, средни димензии (растојание помеѓу краевите на веригата, радиус на инерција), функции на дистрибуција за средните димензии. Видови врски кај полимерите; Густина на кохезионата енергија (теорија и примена на концептот). Надмолекуларна структура. Надмолекуларна структура на аморфни полимери. Надмолекуларна структура на кристални полимери. Ориентирана состојба на полимери. Структурна модификација. Физички и фазни состојби и преоди кај полимерите. Стаклеста состојба и стаклосување (теории, определување на T_g , ефект на структура). Високоеластична состојба. Вискозотечна состојба. Релаксациони процеси. Фазни преоди. Механизам на кристализација, топење на кристали, ефект на структура и напрегање врз кристализацијата. Основни инструментални техники за определување на структура на верига и структура на полимер. Структура и својства на полимери. Механички својства. Деформациони својства и јачински својства на полимери во статички и динамички режими. Видови деформации и карактеристики на деформирањето на полимерите во поедините физички и фазни состојби Полимерни раствори. Разредени раствори, концентрирани раствори, пластификатори. Атхезија, автохезија. Површински напон, адсорпција, интердифузија, површински напон и слободна површинска енергија, критериум за натупување и адсорпција, атхезиви; триење и абеење. Термички својства. Специфична топлина, топлинска спроводливост и топлинска дифузивност, ефект на температура, термичко ширење, термичка стабилност. Електрични својства на полимери и полимерни материјали. електричен отпор и спроводливост; ефект на хемиска градба, температура, кристаличност, полнило; диелектрична константа и фактор на загуби, статички електрицитет. Структура и хемиска отпорност. Влијание на растворувачи, температура, притисок, оксидациони агенси, киселини, бази, соли, масла. Структура и радијација. Можности за стабилизација на структурата во однос на различни влијанија. Полимери за специјални намени. Разградливи полимери. Рециклирање.

Литература:

1. J. M. G. Cowie, *Polymers: Chemistry & Physics of Modern Materials*, Blackie, 1991.
2. S. F. Sun, *Physical Chemistry of Macromolecules, Basic Principles and Issues*, J. Wiley & Sons, 1994.
3. R. J. Young and P.A. Lovell, *Introduction to Polymers*, Chapman & Hall, 1991.
4. G. Odian, *Principles of polymerization*, McGraw-Hill, било кое издание
5. И. И. Тугов, Г.И. Кострыкина, *Химия и физика полимеров*, "Химия", Москва, 1989.
6. Z. Janović, *Polimerizacije i polimeri*, HDKI - Kemija u industriji, Zagreb, 1997.
7. М. Цветковска, Г. Богоева-Гацева, *Хемија и физичка хемија на полимери*, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", второ издание, Скопје, 2001.