

# АНОТАЦИЯ НА МАТЕРИАЛИТЕ И САМООЦЕНКА НА ПРИНОСИТЕ, СЪГЛАСНО ЧЛ. 65 ОТ ПРАСПУ

на гл. ас. д-р Иван Панайотов Бодуров

за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“, обявен в ДВ бр. 57 от 26.06.2020 г.

област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика  
професионално направление: 4. 1. Физически науки  
(Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя)

Представените материали за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент“ включват 43 научни публикации в реферирани научни списания, които не са включени в научните публикации за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. Към представените материали за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент“ са включени 1 учебник, 1 ръководство за лабораторни упражнения и 3 полезни модела, които са резултат от научната активност на кандидата след заемане на академичната длъжност „главен асистент“.

## I. МОНОГРАФИЧЕН ТРУД (глава от книга)

1. M. Marudova, A. Viraneva, S. Sotirov, **I. Bodurov**, G. Exner, I. Vlaeva, T. Yovcheva, *Innovative Biopolymer Nano-Multilayered Films for Biomedical Applications: Fabrication and Physical Properties*, In “**Advances in Polymers for Biomedical Applications**”, D. Pathania, B. Gupta (Eds.), Nova Science Publishers, New York (2018).  
ISBN: 978-1-53613-612-8

Настоящата глава от книга обобщава изследвания върху формирането и физико-химичните свойства на полиелектролитни многослойни филми (ПЕМ), отложени върху полимерни подложки, с потенциално приложение като носител на лекарствено вещество върху лигавицата на устата. Напредъкът и успешното формиране на ПЕМ са наблюдавани от съвременни методи, като FT-IR, UV-VIS спектроскопия, XPS, SEM, AFM и лазерна рефрактометрия. Като подложки на ПЕМ са използвани съвременни полимери полипропилен (polypropylene), поли-ε-капролактон (poly-ε-caprolactone) и полимлечна киселина (polylactic acid). Многослойните структури са формирани от различни естествени полиелектролити – хитозан (chitosan), ксантан (xanthan), пектин (pectin), поли-L-лизин (poly-L-lysine), карбоксиметилцелулоза (carboxymethylcellulose). Процесът на наслагване слой по слой е постигнат чрез два метода – потапяне (dipping) и центрофугиране (spin-coating). Ефектът на обкръжаващата среда – рН и йонна сила върху формирането и стабилността на ПЕМ също е изследван.

Новостта в представените ПЕМ е предварителното третиране на подложката с коронен разряд, което гарантира излишък от заряд върху повърхността на подложката и подобрява условията на закрепване на полиелектролитите.

Експерименталните резултати потвърждават успешното и необратимо отлагане на полиелектролитни слоеве. Промените в условията на отлагане на ПЕМ доведоха до съответни промени в структурата им, което ни насочи към един нов подход за прецизно модифициране на техните свойства в желаната от нас посока, в съответствие с потенциалното им приложение.

Установено е, че видът, структурата и полярността на подложката оказват влияние върху структурата и стабилността на ПЕМ. Отрицателно заредени подложки с аморфни и/или порести структури, улесняват процеса на отлагане. В тези случаи, поради структурната хетерогенност, повърхностният заряд е по-стабилен и осигурява необратимо свързване на отложения полиелектролит. При изграждането на ПЕМ се използват естествени слаби полиелектролити, за които степента на йонизация зависи от киселинността и съдържанието на соли в околната среда, като структурата и свойствата на ПЕМ могат да бъдат регулирани много точно. ПЕМ са по-стабилни при рН, което съответства на стехиометричното съотношение между отрицателно и положително заредените в коронен разряд йонни групи в отложените полиелектролити.

Йонната сила е отговорна за скрининговия ефект на нискомолекулната сол. С нарастване на йонната сила, грапавостта на ПЕМ нараства. Този резултат е свързан с различни конформационни състояния на полиелектролитните молекули. ПЕМ са по-стабилни при йонни концентрации между 0,1 mol/L и 1,0 mol/L и до температури до около 50 °C, което определя тяхната потенциална употреба, като системи за доставяне на лекарствени вещества.

С цел да бъде оптимизирана технологията на получаване на ПЕМ, бяха използвани методите на потапяне (dipping) и центрофужно отлагане (spin-coating). В случая на метода на центрофугиране се получават плоски и ясно разделени ПЕМ, а при метода на потапянето се получават филми с по-голяма дебелина и грапавост на повърхността, показващи наличието на интерполимерна дифузия и взаимно проникване.

Създаването на нови функционални материали с контролирани структура и свойства в микро- и наноразмерен мащаб е от основен интерес поради използването им в биомедицината, фармацевтиката, тъканното инженерство и регенеративната медицина. От тази гледна точка нанасянето на полиелектролитни слой по слой се налага и сравнително лесно се реализира. Това е техника, която включва широка гама от материали и повърхности, благодарение на които е възможно да се направят наноструктурирани многослойни покрития. Полиелектролитните структури, формирани чрез отлагане по слоеве, представляват изключително успешно решение на високите изисквания на фармацевтичната наука, където са насочени новаторски системи, които осигуряват непрекъснато освобождаване в специфична целева област с подобрена ефективност на добре известни медицински вещества.

## II. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ

2. E. A. Gencheva, T. A. Yovcheva, M. G. Marudova, A. P. Viraneva, **I. P. Bodurov**, G. A. Mekishev and S. H. Sainov – *Formation and Investigation of Corona Charged Films from Polylactic Acid*, **AIP Conference Proceedings**, 1203, pp. 495-500 (2010).  
<http://dx.doi.org/10.1063/1.3322494>  
**SJR = 0.142;**

Целта на настоящата работа е разработването на технология за получаване на заредени в корона електретни филми от полимлечна киселина и изследване на техните структурни, оптични и електрически свойства. Полилактидни филми с различна степен на кристалност се получават чрез изливане от разтвори, разтвори на поли-L-лактид и поли-DL-лактид. Преходът на встъкляване, температурата на кристализация и топене, както и степента на кристалност са определени чрез диференцирана сканираща калориметрия. Зареждането на пробите в коронен разряд се извършва с помощта на конвенционална триодна система. Повърхностният потенциал на пробите се измерва по метода на вибриращия електрод с компенсация. Временните зависимости на повърхностния потенциал на пробата при стайни условия бяха изследвани в продължение на 50 дни. Изследван е ефектът на по-ниското налягане върху повърхностния потенциал на заредените проби. Установено е, че пониженото налягане е довело до разпадане на повърхностния потенциал на PLA-електретите. Същият ефект беше наблюдаван и по-рано при други полимерни филми. Оптичните характеристики - коефициент на пречупване на повърхността и оптична дисперсия са определени по метода на изчезващата дифракционна картина с помощта на лазерен рефрактометър.

3. T. Yovcheva, E. Vozary, **I. Bodurov**, A. Viraneva, M. Marudova, G. Exner – *Investigation of apples' aging by electric impedance spectroscopy*, **Bulgarian Chemical Communications** 45 (B), pp. 68-72 (2013).  
**SJR = 0.14; IF = 0.32; Q4 (2013);**

Електричната импедансна спектроскопия, като бърз и недеструктивен метод, е използвана за проследяване на свойствата на ябълки при стареене. Този метод дава информация за физичните свойства на ябълките, които са тясно свързани с химичните. Две различни аналитични техники за проследяване на промените в свойствата на ябълките са предложени. Едната се базира на единично измерване в нискочестотния диапазон (около 100 Hz), а втората е основана на Argand диаграмата. Получените резултати показваха, че наблюдаваните промени в импедансните спектри се дължат на промяна във влажността на ябълките. Апопластичното и симпластичното съпротивления, както и времената на релаксация бяха получени чрез моделиране с еквивалентна електрична верига.

4. A. Viraneva, T. Yovcheva, **I. Bodurov** and M. Galikhanov – *Effect of TiO<sub>2</sub> particle incorporation on the electret properties of corona charged polypropylene composite films*, **Bulgarian Chemical Communications** 45 (B), pp. 73-76 (2013).  
**SJR = 0.14; IF = 0.32; Q4 (2013);**

В настоящата работа беше изследвано влиянието на концентрацията на частици от TiO<sub>2</sub> със среден размер 500 nm върху електретните свойства на полипропиленови (ПП) композитни филми. Бяха изследвани ПП композитни филми с различно тегловно съдържание на частици от TiO<sub>2</sub> (0 wt. %, 2 wt. % и 4 wt. %) и дебелина 200 µm. Образците бяха заредени по метода на коронния разряд с помощта на триелектродна система в положителна и отрицателна корона за една минута при стайна температура. На корониращия електрод беше подавано напрежение ± 5 kV, а на решетката ± 1 kV със същата поляриност. Повърхностният потенциал на получените електрети беше измерен по метода на вибриращия електрод с компенсация. За определяне на влиянието на частиците върху стабилността на електретните

композитни филми беше изследвано спадането на повърхностния потенциал с времето и температурата на съхранение. Получените резултати показват значително изменение в електретното поведение на композитите след вкарването на частици с различна концентрация в матрица от ПП. Беже установено, че спадането на повърхностния потенциал зависи от полярността на короната и концентрацията на частиците.

5. **I. Bodurov**, I. Vlaeva, T. Yovcheva, V. Dragostinova and S. Sainov – *Surface properties of PMMA films with different molecular weights*, **Bulgarian Chemical Communications** 45 (B), pp. 77-80 (2013).  
**SJR = 0.14; IF = 0.32; Q4 (2013);**

Статията представя резултатите от изследванията на повърхностните свойства, показателя на пречупване и контактния ъгъл на филми от ПММА. Използвани са две търговски марки ПММА, Ведрил (Италия) и Плексигум (Германия), с различна молекулна маса. Филмите са получени по метода на изливане от разтвор чрез използването на 10 wt. % разтвор на ПММА в дихлороетан. Повърхностният показател на пречупване е измерен по метода на изчезващата дифракционна картина чрез лазерен микрорефрактометър при дължини на вълната 405 nm, 532 nm и 656 nm. Експерименталната неопределеност на измерванията е  $1.5 \times 10^{-4}$ . Получените експериментални резултати са анализирани чрез дисперсионните модели на Зелмаер и Уемпъл и ДиДоменико.

Констатиран са разлики в показателя на пречупване между двете страни на филма – горна и долна (контактуваща с въздуха и подложката, съответно). Влиянието на молекулната маса върху повърхностните свойства на двете страни на филма са оценени от гледна точка на стойностите на свободната енергия, изследвана по метода на контактния ъгъл, предложен от Бикерман. Разликите в показателите на пречупване са анализирани от гледна точка на приносите на молекулярната рефракция и измененията на компонентите на свободната повърхностна енергия.

6. **I. Bodurov**, I. Vlaeva, M. Marudova, T. Yovcheva, K. Nikolova, T. Eftimov and V. Plachkova – *Detection of adulteration in olive oils using optical and thermal methods*, **Bulgarian Chemical Communications** 45 (B), pp. 81-85 (2013).  
**SJR = 0.14; IF = 0.32; Q4 (2013);**

Качеството на маслиновото масло е важен проблем, защото много често то се примесва с някои евтини растителни мазнини като соево, слънчогледово или рапично олио. Стандартните химически методи, използвани за определяне на химичния състав на маслата са бавни, скъпи и изискват специално оборудване. Затова ние предлагаме три физични метода, измерващи показателя на пречупване и дисперсионните криви, флуоресцентните спектри и DSC спектрите, които са свързани с химичната структура и съдържание на маслиновото масло. Тези методи са бързи, лесни за употреба и не изискват химически реагенти.

7. **I. Bodurov**, R. Todorov, T. Yovcheva, G. Spassov and S. Sainov – *On silver electro-migration in nano-sized  $As_2S_3$* , **Bulgarian Chemical Communications** 45 (B), pp. 86-89 (2013).  
**SJR = 0.14; IF = 0.32; Q4 (2013);**

В настоящата работа е изследвана подвижността на сребро в тънки халкогенидни филми. Във филми  $As_2S_3$  с дебелина 96 nm са записани холографски дифракционни решетки чрез използването на нормално падаща вълна и на затихваща вълна, създадена при пълно вътрешно отражение. Стъпката на решетката  $\Lambda$  е 447 nm със съответстваща пространствена честота  $2237 \text{ nm}^{-1}$ . Записът е осъществен едновременно с прилагане на електрично поле на 5 kV коронен разряд. Максималната измерена дифракционна ефективност е по-голяма от 8 %. Подвижността на среброто,  $\mu$ , при температура 17 °C, е изчислена с уравнението на Нернст-Айнщайн. Коефициентът на дифузия  $D$  е получен по метода на холографската релаксационна спектроскопия (Форсирано разсейване на Релей). Изследвана е зависимостта на коефициента на дифузия и на подвижността на среброто от полярността на коронния разряд.

8. M. Marudova, T. Eftimov, K. Nikolova, **I. Bodurov**, I. Vlaeva, C. Grancharova and T. Yovcheva – *Advanced physics methods for honey's quality estimation*, **Proc. of International Scientific-Practical Conference "Food, Technologies & Health 2013"**, pp. 231-236 (2013).

**ISBN: 978-954-24-0229-9**

Изследвани са физични параметри (показател на пречупване, флуоресценция, термични и реологични свойства) на 9 вида пчелен мед, които се различават по ботаничен и географски произход. Стойностите на показателя на пречупване, определени чрез лазерен рефрактометър, са използвани за определяне на водното съдържание чрез стандартни таблици. Температурата на разстъкляване  $T_g$ , измерена чрез диференциално сканираща калориметрия, намалява при увеличаване на водното съдържание. Получените резултати показват, че за натуралните медове водното съдържание е по-ниско от 18 %, докато при смесите то нараства до 21.9 %. По такъв начин показателят на пречупване и  $T_g$  се явяват параметри, по които могат да се различат натуралните от „фалшифицираните“ медове. При натуралните медове се наблюдава увеличаване на интензитета на флуоресцентния пик около 495-510 nm, докато при добавяне на подсладители не се установява универсална тенденция.

9. **I. Bodurov**, R. Todorov, T. Yovcheva and S. Sainov – *Holographic investigation of the corona discharge effect on the photo-doping of Ag, Au and Cr into nano-sized  $As_2S_3$* , **Bulgarian Chemical Communications 46 (A)**, pp. 256-260 (2014).

**SJR = 0.14; IF = 0.32; Q4 (2014);**

В настоящата работа са изследвани подвижността и фото-дифузията на йоните на Ag, Au и Cr в наноразмерни слоеве от системата  $As_2S_3$  при прилагане на коронен разряд. Холографските записи в структура тип сандвич от слой  $As_2S_3$  с дебелина 50 nm и метален слой са направени с помощта на нормално падаща и на затихваща вълна, създадена при пълно вътрешно отражение при пространствена честота  $2 \text{ 500 nm}^{-1}$ . При достигане на максималната дифракционна ефективност, записващият лазерен лъч се изключва и се прилага електричното поле на 5 kV коронен разряд. Измерената максимална дифракционна ефективност е по-голяма от 8 %. Изследвана е подвижността на металните йони (Ag, Au and Cr) в тънки халкогенидни филми.

Подвижността на металните йони, при температура 17 °C е изчислена с уравнението на Нернст-Айнщайн.

Коефициентът на дифузия D е получен по метода на холографската релаксационна спектроскопия (Форсирано разсейване на Релей). Обсъдени са получените стойности за подвижността и коефициента на дифузия за йоните на Ag, Au и Cr.

10. **Ivan Bodurov**, Temenuzhka Yovcheva and Simeon Sainov – *PMMA films refractive index modulation via TiO<sub>2</sub> nanoparticle inclusions and corona poling*, **Colloid and Polymer Science** **292**, pp. 3045-3048 (2014).  
<http://dx.doi.org/10.1007/s00396-014-3373-y>  
**SJR = 0.8; IF = 2.410; Q2 (2014);**

Статията представя данни от изследване на оптичните свойства на поли (метилметакрилатни) (PMMA) филми и възможностите за модулация и фина настройка на техния показател на пречупване чрез добавяне на различни концентрации на наноразмерни частици от титанов диоксид (TiO<sub>2</sub>) (по-малки от 33 nm) и обработка в електричното поле на коронен разряд. Образците са получени по метода на „центрофужното нанасяне“ и се зареждат в конвенционална триелектродна корона система. Прозрачните PMMA/TiO<sub>2</sub> филми проявяват добри оптични свойства във видимия диапазон. Направено е изследване на показателя на пречупване на повърхността на филмите чрез лазерна рефрактометрия при две дължини на вълната, с използване метода на изчезващата дифракционна картина. Установено е, че показателят на пречупване се увеличава с увеличаване на съдържанието на TiO<sub>2</sub> в нанокompозитните филми. Обработката в коронен разряд също увеличава стойностите на показателя на пречупване за всички проби, независимо от поляритетата и концентрацията на TiO<sub>2</sub> наночастиците. Резултатите показват, че така подготвените нанокompозитни филми имат потенциално приложение за оптични устройства.

11. **I. Bodurov**, T. Yovcheva and S. Sainov – *Refractive index investigations of nanoparticles dispersed in water*, **Journal of Physics: Conference Series** **558**, Art. No. 012062 (5 pp.) (2014).  
<http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/558/1/012062>  
**SJR = 0.229; Q3 (2014);**

В тази работа са изследвани показателите на пречупване на наночастици, диспергирани във вода. Показателят на пречупване е измерен по метода на пълното вътрешно отражение. Критичният ъгъл се определя от изчезването на дифракционните порядъци получени от металната дифракционна решетка. Изследваните наночастици са титанов диоксид (анатазна фаза), (диаметър 35 nm), цинков оксид, (<50 nm диаметър), циркониев диоксид, (<100 nm диаметър). Показателят на пречупване е измерен с експерименталната неопределеност от 1 %. Използвани са уравненията на Лоренц-Лоренц, Максвел Гарнет и Бругеман за изчисляване на показателите на пречупване на наночастиците.

12. **Ivan Bodurov**, Temenuzhka Yovcheva and Simeon Sainov – *Five-wavelength laser micro-refractometer*, **Optica Applicata** **45**, pp. 199-204 (2015).  
<http://dx.doi.org/10.5277/oa150206/>  
**SJR = 0.14; IF = 0.643; Q4 (2015);**

В тази статия са представени проектирането и тестването на петвъълнов лазерен микрорефрактометър. Пет полупроводникови лазера се използват като източници на светлина в спектрален диапазон от 405–1320 nm. Представеното устройство се основава на метода на критичния ъгъл. В този случай критичният ъгъл на пълното вътрешно отражение се определя с помощта на CCD камера, засичаща изчезването на дифракционните порядъци, създадени от метална дифракционна решетка. Образци във вид на тънък течен слой (<10  $\mu\text{m}$ ) се поставят между призма и дифракционна решетка от хром. Показателите на пречупване на две контактни течности на Cargille Laboratories се изследват за апробацията на представеното устройство. Измерените стойности на показателите на пречупване се използват за конструирането на дисперсионните криви. Получените стойности на показателите на пречупване се сравняват с каталожните данни, предоставени от производителя.

13. T. Yovcheva, K. Nikolova, A. Viraneva, **I. Bodurov** and T. Eftimov – *Characterization of extra virgin olive oils adulterated with sunflower oil using different physical methods*, **Bulgarian Chemical Communications 46B**, pp. 16-19 (2014).  
**SJR = 0.14; IF = 0.349; Q4 (2014);**

В тази статия се изследва полезността на някои физични методи за откриването на фалшификация на студено пресован зехтин с контролирана концентрация на сравнително евтино слънчогледово масло. Тествани са три физични методи за измерване съответно на показателите на пречупване (ПП) и получаване на дисперсионните криви; на флуоресцентните спектри и на цветовете характеристики, които са свързани с химичната структура и съдържанието на зехтините. Стойностите на ПП на образците са измерени с експериментална неопределеност по-малка от  $3 \times 10^{-4}$  по метода на изчезващата дифракционна картина за две дължини на вълната – 405 nm и 532 nm при температура 23 °C. Флуоресцентните спектри са измерени с влакнестооптичен спектрометър AvaSpec-2048, Avantes, като образците бяха възбуждани със светодиоди, излъчващи съответно на 370 nm, 395 nm, 425 nm и 450 nm. Чувствителността на спектрометъра в областта (200 – 1100) nm е около 8 nm. Изучени бяха цветовете характеристики ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  и  $h_{ab}$ ) на олиото в SIELab колориметрична система чрез Lovibond PFX 880. Цветови характеристики бяха използвани за определяне на  $\beta$ -каротин и на съдържанието на хлорофил в изследваните проби. Всички получени експериментални резултати показваха, че трите представени оптически методи са взаимосвързани и биха могли да бъдат полезни за бързо откриване на фалшификация на студено пресован зехтин със слънчогледово олио. Тези техники са бързи и чувствителни, а освен това не изискват използването на никакви допълнителни химически агенти.

14. Valentin G. Kabadzhov, Todorka L. Dimitrova and **Ivan Bodurov** – *A turbidimetric measurement of casein micelles*, **Proc. of International Scientific-Practical Conference “Food, Technologies & Health 2015”**, pp. 60-65 (2015).

Това проучване е опит да се определи размерът на казеиновите мицели в кравето мляко чрез турбидиметричен метод. Казеиновите мицели са най-големите структури на обезмасленото мляко и размерите им характеризират дисперсността на млякото. Млякото е мътна течност, абсорбираща слабо видима светлина. Казеиновите мицели са почти сферични и размерите им не надвишават 1/10 от дължина-

та на вълната на видимата светлина, това позволява да се приложи теорията за разсейване на Релей.

Изследвани са обезмаслено краве мляко, разрежено с дестилирана вода в тегловно съотношение 1:9. Проби с различна концентрация на мазнини бяха приготвени чрез добавяне на пълномаслено мляко и новата концентрация се изчислява по метода на Pearson. Оптичната плътност на пробите се оценява чрез настройка на оптични влакна и спектрометър AvaSpec 2048. Мътността е определена за избрани дължини на вълната в областта от 600 nm до 770 nm, където оптичната абсорбция е най-ниска. Проведено е изследване на показателя на пречупване с тривълнов лазерен рефрактометър, използвайки метода на изчезващата дифракционна картина. Кривите на дисперсия на коефициента на пречупване са получени с помощта на дисперсионното уравнение на Sellmeier. Уравнението на Релей за интензитета на разсеяната светлина се използва за оценка на радиусите на разсейващите частици. Установено е, че размерите на казеиновите мицели са около няколко десетки микрометра. Допълнително резултатите се потвърждават чрез микроскопия с висока разделителна способност (AFM или SEM).

Направена е оценка на размера на казеиновите мицели, растящи в ранния етап на коагулация на мляко.

15. **I. Bodurov**, I. Vlaeva, G. Exner, Y. Uzunova, S. Russev, B. Pilicheva, A. Viraneva, T. Yovcheva, Ts. Grancharova, S. Sotirov and M. Marudova - *Investigation of multilayered polyelectrolyte thin films by means of refractive index measurements, FT-IR spectroscopy and SEM*, **Journal of Physics: Conference Series 682**, Art. No. 012026 (7 pp.) (2016).  
<http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/682/1/012026>  
**SJR = 0.217; Q3 (2016);**

Многослойните полиелектролитни филми са обещаващи структури в биомедицинската област. За да отговорят на изискванията за биомедицински приложения, те трябва да бъдат изградени от биосъвместими и/или биоразградими нетоксични изходни материали, притежаващи някои специфични функционални свойства, в зависимост от конкретното приложение. В настоящото изследване бяха изследвани многослойните полиелектролитни филми с потенциална употреба като букални биоадхезивни системи за доставяне на лекарства. Те бяха приготвени чрез депозиране на слой на слой от последователни нанослоеове върху подложка. Използвани са три различни биополимера. Подложката е от поли(млечна киселина) и е получена чрез изливане на разтвор. След това тя се подлага на обработка в корона, което осигурява излишък на повърхностен заряд необходим за многослойното отлагане. Нанослоеве се приготвят или от 0,01 g/L разтвор на хитозан или 0,05 g/L ксантан. Като разтворител се използва ацетатен буфер (pH 4,5 и йонна сила 0,1 M). Подложката се потапя последователно в един от разтворите, което позволява образуването на полиелектролитни комплекси от хитозан (поликатион) и ксантан (полианион). При това изследване подложките са обработени в отрицателна корона. Многослойните структури се състоят от 8, 9, 14, 15 или 20 нанослоя. За анализ на получените образци са използвани няколко техники, измерване на повърхностния показател на пречупване, FT-IR спектроскопия и SEM морфология.

16. Kr. Nikolova, T. Yovcheva, M. Marudova, T. Eftimov, **I. Bodurov**, A. Viraneva and I. Vlaeva – *Optical methods and differential scanning calorimetry as a potential tool for*

*discrimination of olive oils (extra virgin and mix with vegetable oils)*, **AIP Conference Proceedings 1722**, Art. No. 220019 (2016).

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4944251>

**SJR = 0.152**

Единадесет проби от зехтин са изследвани с помощта на четири физични метода - измерване на показателя на пречупване, флуоресцентни спектри, цветни параметри и диференциална сканираща калориметрия. В зехтин помас (POO) и екстра върджин зехтин (EVOO) олеиновата киселина (65.24% - 78.40%) преобладава над палмитиновата (10.47% - 15.07%) и линоловата (5.26% - 13.92%) киселина. Изследвани са флуоресцентните спектри, които съдържат три пика, свързани с окислителни продукти при около  $\lambda = (500-540)$  nm, съдържание на хлорофил при около  $\lambda = (675-680)$  nm и неопределени пигменти при  $\lambda = (700-750)$  nm. Температурата на топене за EVOO и POO е между  $-1$  °C и  $-6$  °C. За разлика от тях, маслиновите масла за салата се топят между  $-24$  °C и  $-30$  °C. Показателите на пречупване за EVOO са по-ниски от този за смесените маслинови масла. Приложените физични методи могат да бъдат използвани за бързо и просто откриване на растителни масла в EVOO без използване на химически вещества. Резултатите от експеримента са в съответствие с тези, получени чрез химичен анализ.

17. A. Viraneva, M. Marudova, S. Sotirov, **I. Bodurov**, B. Pilicheva, Y. Uzunova, G. Exner, Ts. Grancharova, I. Vlaeva and T. Yovcheva – *Deposition of polyelectrolyte multilayer films made from chitosan and xanthan on biodegradable substrate: Effect of pH and ionic strength*, **AIP Conference Proceedings 1722**, Art. No. 220025 (2016).

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4944257>

**SJR = 0.152**

Целта на настоящата работа е да се проучи влиянието на рН и йонната сила върху отлагането на слоеве на хитозан и ксантан върху предварително обработени в коронен разряд подложки от полимлечна киселина. Многослойните филми се образуват чрез последователно потапяне на подложката в разтвор на хитозан и ксантан в ацетатни буфери с рН 4; 4.5 и 5 и йонни сили 0; 0.01; Използвани са 0,1 и 1 мол/L. Свойствата на филма са изследвани чрез FTIR, лазерна рефрактометрия, XPS и AFM методи. Установено е, че свързването на полиелектролитите към подложката е необратимо. Наблюдавана е зависимост на свойствата на слоевете както от рН, така и от йонната сила на полиелектролитните разтвори. Това поведение се свързва с промените в плътността на заряда на полиелектролитите и екраниращия ефект на противойоните.

18. T. A. Yovcheva, M. G. Marudova, A. P. Viraneva, S. I. Sotirov, S. H. Rusev, **I. P. Bodurov**, B. A. Pilicheva, Y. I. Uzunova, G. K. Exner, Ts. Ts. Grancharova and I. Y. Vlaeva – *Various corona treated biopolymer substrates for the deposition of polyelectrolyte multilayers*, **AIP Conference Proceedings 1722**, Art. No. 220026 (2016).

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4944258>

**SJR = 0.152**

В тази публикация е изследван ефекта от вида на подложката и полярността на коронния разряд. Получени са различни полимерни подложки (полимлечна киселина (PLA), PLA с хитозан и лиофилизиран PLA). Тези подложки бяха заредени в

положителна и в отрицателна корона и бяха проследени времевите зависимости на нормализирания повърхностен потенциал. След това бяха получени многослойни филми чрез последователно потапяне на подложките в разтвори на хитозан и ксантан. За тази цел бяха използвани 0,1 % разтвор на хитозан и 0,05 % ксантанов разтвор в ацетатни буфери с рН 4,5 и йонна сила 0,1 mol/L. Морфологията на филмите е изследвана чрез методи FTIR и SEM. Представен е сравнителен анализ на експерименталните резултати и е определен най-подходящият тип подложка за свързване на хитозан и ксантан.

19. **Ivan Bodurov** and Dimitar Petrov – *Dielectric spectroscopy of gadolinium monoaluminate nanoparticles*, **Materials Discovery** **3**, pp. 13-16 (2016).  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.md.2015.12.002>

Нанокристален GdAlO<sub>3</sub> с размер на частиците 40 nm е изготвен под формата на таблетка и изследван с диелектрична спектроскопия. Измерени са импеданс, фазов ъгъл, капацитет, относителна диелектрична проникваемост и тангенс на диелектричните загуби в честотен диапазон 20 Hz - 1 MHz при температури между 298 K и 473 K. Определен е обемът на поляризация на GdAlO<sub>3</sub> и диелектричните свойства на материала са коментирани.

20. А. Виранева, **Ив. Бодуров**, М. Марудова и Т. Йовчева – *Проектна дейност – полезна практика при неформалното обучение във ВУЗ, XLIV Конференция по въпросите на обучението по физика*, стр. 130-133 (2016).  
**ISBN: 978-954-580-361-1**

В настоящата работа са систематизирани ролята и проектното обучение във ВУЗ, основните видове проектно обучение и изискванията към правилното му провеждане. Като примери са разгледани два проекта организирани и успешно реализирани от Физически факултет на ПУ – Студентски практики и проекти „Млади учени“.

Някои от по-важните предимства на проектното обучение пред традиционното аудиторно преподаване са:

- увеличаване на възможностите за активно участие на студентите в учебния процес;
- създаване на мотивация за познавателна дейност;
- формиране на навици за самостоятелно придобиване на знания чрез подбор и анализ на необходимата информация;
- възможност за получаване на приложни знания и умения;
- създаване на умения за издигане на хипотези, правене на изводи и заключения;
- създаване на условия за работа в екип.

21. И. Влаева, К. Николова, **Ив. Бодуров** и Т. Йовчева – *Рефератът по физика – мост между науката и обучението във висшите училища*, **XLIV Конференция по въпросите на обучението по физика**, pp. 146-149 (2016).  
**ISBN: 978-954-580-361-1**

В статията е представена една от извънаудиторните форми на обучение и ефективен метод за обучение на студенти – взаимнообучителният. Този метод на

обучение изгражда у студентите стремеж към нови знания, развива комбинативността, новаторство, екипност и отговорност. В представената статия е посочен един бърз и точен метод за анализ на храни – рефрактометричния и неговото приложение за охарактеризиране на различни хранителни продукти. Чрез извънаудиторната форма на обучение, студентите имат възможност да използват научна апаратура и да придобият ценни качества и опит при провеждането на експерименти или решаването на конкретен казус от практиката.

22. **Ivan Bodurov**, Ivanka Vlaeva, Asya Viraneva, Temenuzhka Yovcheva and Simeon Sainov – *Modified design of a laser refractometer*, **Nanoscience & Nanotechnology** **16**, pp. 31-33 (2016).

За всички видове оптични приложения е важно да се знаят показателите на пречупване на материалите за съответната дължина на вълната. Прецизно измереният показател на пречупване може да се използва за структурен анализ в много отрасли на науката и индустрията. Ето защо понякога изследователите трябва да проектират нови или да модифицират стандартни рефрактометри, за да извършват адекватни и прецизни измервания. Тази статия описва как конвенционалният лазерен рефрактометър може да бъде модифициран със CCD камера и моторизирана въртяща се масичка за прецизно определяне на показателя на пречупване. Тази система може да определи показателите на пречупване на твърди филми и течности с наноразмери в широк спектрален диапазон с точност по-добра от  $1 \times 10^{-4}$ . Представеният рефрактометър се основава на детектирането на изчезването на дифракционни порядъци при критичния ъгъл на пълно вътрешно отражение. Като източници на светлина се използват три лазерни източника, генериращи при 405 nm, 532 nm, 635 nm с мощност до 20 mW. Направени са измервания на вода, органични течности, полимерни филми и наночастици, разпръснати във вода. Построени са дисперсионните зависимости за всички изследвани проби.

23. M. Marudova, **I. Bodurov**, S. Sotirov, Y. Uzunova, B. Pilicheva, I. Avramova, A. Viraneva, I. Vlaeva, G. Exner and T. Yovcheva – *Nanostructured polyelectrolyte multi-layer drug delivery systems for buccal administration*, **Bulgarian Chemical Communications** **48** (E), pp. 468-474 (2016).  
**SJR = 0.144; IF = 0.229; Q4 (2016);**

Полиелектролитните многослойности структури с добре дефинирани слоеве са много обещаващи за потенциални приложения, обикновено като био покрития. Те притежават отлични свойства като прецизна дебелина, твърдост, стабилност, морфология и топография. Следователно те могат да проявяват специални биологични свойства, като мукоадхезия и локално доставяне на лекарства. Представени са проучвания на отложени слой по слой полиелектролити от хитозан и ксантан върху предварителни заредени в коронен разряд подложки. Полиелектролитните структури се отлагат чрез две различни техники - потапяне и центрофужно разстилане. Наличието на слоеве върху подложките е доказано чрез ATR FT-IR спектроскопия. Повърхностният химичен състав е установен чрез рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS). Допълнителни изследвания на морфологията и топографията на пробите са направени чрез сканиране на електронна микроскопия (SEM) и атомно-силова микроскопия (AFM). Всички експериментални данни потвърждават различията в структурата и повърхностните свойства на много-

слойните структури, получени чрез потапяне и завъртане. Наблюдава се дифузия на полиелектролитните слоеве, получени с потапяне, докато плоски и ясно разделени слоеве се отлагат чрез центрофужно покритие. Способността да се контролира вътрешната структура на многослойните структури позволява да се манипулират физичните свойства или химическата активност на тънките филми. По този начин могат да бъдат постигнати точно определени свойства за мукоадхезия и освобождаване на лекарства.

24. A. P. Viraneva, T. A. Yovcheva, **I. P. Bodurov** and M. G. Marudova – *Polypropylene electrets films stored between two plate electrodes at lower pressures*, **Bulgarian Chemical Communications** 48 (E), pp. 327-332 (2016).  
**SJR = 0.144; IF = 0.229; Q4 (2016);**

Електретите са диелектрични материали от специфичен тип, които могат да създават външно квазистатично електрическо поле. В много съвременни устройства, базирани на електрически ефекти, електрети се поставят като активни елементи между два електрода с въздушна междина. В тези случаи, ако устройството е под ниско налягане, може да се очаква намаляване на електрическия заряд. В настоящата статия ние изследвахме влиянието на ниското налягане (р от 1013 mbar до 0,1 mbar) върху повърхностния потенциал на разпадане на полипропиленови електрически филми, разположени между два електрода с късо съединение на плочата при различни въздушни междини (от 0,1 mm до 3,00 mm) между заредената повърхност на електретите и горния електрод. За всички стойности на рd основният процес, отговорен за разпадането на повърхностния потенциал, може да бъде свързан с десорбцията на заредени частици от повърхността на електрета. Освен това беше установено, че само за някои стойности на рd напрежението на пробив в съответствие със закона на Пашен е достигнато в началния момент на време, за който пробата е била разположена във вакуумната камера и искров разряд във въздушната междина може да бъде наблюдаван. Получените резултати имат както феноменологичен характер, така и голяма практическа употреба, тъй като изследваните електрети са били в подобни условия на тези, при които се намират електретни елементи на различни сензори и сигнални датчици, дозиметри, въздушни филтри, генератори, фокусиращи системи на електронната оптика и други.

25. I. N. Iliev, M. G. Marudova, D. S. Cholev, T. A. Vasileva, V. P. Bivolarski, A. P. Viraneva, **I. P. Bodurov** and T. A. Yovcheva – *Kinetic studies of  $\beta$ -galactosidase immobilized in chitosan/xanthan multilayers*, **Bulgarian Chemical Communications** 48 (E), pp. 354-358 (2016).  
**SJR = 0.144; IF = 0.229; Q4 (2016);**

В тази работа беше проведено изследване на кинетичните параметри на  $\beta$ -галактозидаза, получена от *Aspergillus niger*. Този ензим се захваща в многослойни полиелектролити от хитозан и ксантан (PEMs), депозиращи чрез метода на потапянето върху подложка. Ензимната активност показва температурен оптимум при 50 °C и рН 5,0. Ефектът на концентрацията на лактоза върху началната скорост на ензимната реакция също са сравнени и са определени константите на Michaelis-Menten изчислени за 53,4 mmol лактоза. Тези резултати дават представа за понататъшна оптимизация на реакциите на трансгалактозидаза, за да се получи лактуло-

за и други специфични галактоолигозахариди, които имат изразени биоактивни свойства.

26. S. Sotirov, **I. Bodurov** and M. Marudova – *Novel ammonia sensor based on polyaniline / polylactic acid composite films*, **Journal of Physics: Conference Series 794**, Art. No. 012023 (2017).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/794/1/012023>  
**SJR = 0.211; Q3 (2017);**

В публикацията е предложен нов тип сензор за амониак на базата на композитен филм между полианилин (изумрудена основа), разтворен в диметилформамид, и поли (DL-млечна) киселина, разтворена в хлороформ. Двата разтвора се смесват в тегловно съотношение на компонентите 1:1 и се отлагат върху подложка от  $Al_2O_3$ , върху който предварително се отлагат сребърни електроди. Структурата и морфологията на активния слой са изследвани чрез атомно-силова микроскопия. Съпротивлението на сензора при постоянна влажност и различни концентрации на амониак е измерено. Установено е, че увеличаването на концентрацията на амониак води до повишаване на съпротивлението. Този резултат се обяснява с йонните взаимодействия между полианилина и амониака, които променят пропускливостта на сензорната активна среда. Отговор между 2 % и 590 % е показан в зависимост от концентрацията на амониак. Сензорът е обратим и притежава време за реакция обикновено 100 s. Въз основа на промените в съпротивлението на сензора може да се открие концентрация на амониак от 10 ppm до 1000 ppm.

27. A. Viraneva, **I. Bodurov** and T. Yovcheva – *Low Pressure Influence on the electret stability of PP and PET films*, **Journal of Physics: Conference Series 794**, Art. No 012024 (2017).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/794/1/012024>  
**SJR = 0.211; Q3 (2017);**

Изследвано е влиянието на ниското налягане върху спадането на повърхностния потенциал на гама-облъчени полимерни филми от полипропилен (PP) и поли(етилентерефталат) (PET). Пробите от полимерно фолио са подлагани на дози за гама облъчване ( $E_\gamma = 1,25 \text{ MeV}$ , източник  $^{60}\text{Co}$ ) от 5 kGy и 25 kGy, натрупани във въздуха при скорост на дозата 0,26 Mrad/h. След облъчване пробите се зареждат в коронарен разряд с помощта на триодна коронираща система за 1 минута при стайни условия. Положително или отрицателно напрежение от 5 kV е прилагано към корониращия електрод. Четири различни напрежения със същата полярност като тази на корониращия електрод са приложени към решетката. Повърхностният потенциал на електретата  $V_0$  се измерва по метода на вибриращия електрод с компенсация. След зареждане образците се поставят във вакуумна камера и налягането се намалява поетапно в обхвата от 1000 mbar до 0,1 mbar. На всеки етап пробите се изваждат за 1 минута и повърхностният потенциал  $V$  се измерва отново. След това се изчисляват стойностите на нормализирания повърхностен потенциал  $V/V_0$ . Представени са зависимости от ниско налягане на нормализирания повърхностен потенциал за положително и отрицателно заредени PP и PET филми. Установено е, че ниското налягане води до разпад на повърхностния потенциал на електретите. Влиянието на ниското налягане е анализирано чрез уравнението, което описва процесите на десорбция от повърхността, придружено с повърхност-

на дифузия. Получените експериментални резултати показват значителна промяна в електрическото поведение на полимерните филми след гама облъчване и съхранение при различно ниско налягане. Установено е, че намаляването на повърхностния потенциал зависи от полярността на короната, гама-облъчването и стойностите на налягането.

28. **I. Bodurov**, I. Vlaeva, A. Viraneva and T. Yovcheva – *Discrimination of sweeteners based on the refractometric analysis*, **Journal of Physics: Conference Series 794**, Art. No. 012033 (2017).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/794/1/012033>  
**SJR = 0.211; Q3 (2017);**

В статията се изследват рефрактометрични характеристики на водните разтвори на няколко от използваните в практиката подсладители. Тези данни могат да намерят приложение в хранителната индустрия за бързо определяне на съдържанието на подсладители в храната и динамично наблюдение на качеството на храните. Показателите на пречупване на чистата (дестилирана) вода и водните разтвори на няколко често използвани естествени и изкуствени подсладители (глюкоза, фруктоза, захароза, лактоза, сорбитол [E420], изомалт [E953], захарин [E950], натриев цикламат и глицерол [E422] с концентрация 10 wt. % са точно измерени при дължини на вълните 405 nm, 532 nm и 632.8 nm. Измерванията се извършват с помощта на лазерен микрорефрактометър, базиран на метода на пълно вътрешно отражение. Критичният ъгъл се определя от изчезването на дифракционните порядъци от метална решетка. Експерименталната неопределеност е по-малка от  $\pm 0.0001$ . Различните зависимости на показателите на пречупване се получават, като се използва моделът на Sellmeier. Въз основа на получените експериментални данни се изчисляват допълнителни рефрактометрични и дисперсионни характеристики.

29. T. Yovcheva, T. Vasileva, A. Viraneva, D. Cholev, **I. Bodurov**, M. Marudova, V. Bivolariski and I. Iliev – *Effect of immobilization conditions on the properties of  $\beta$ -galactosidase immobilized in xanthan/chitosan multilayers*, **Journal of Physics: Conference Series 794**, Art. No. 012032 (2017).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/794/1/012032>  
**SJR = 0.211; Q3 (2017);**

В тази публикация е изследван ефектът на концентрацията на лактоза върху активността на имобилизирания ензим  $\beta$ -галактозидаза от *Aspergillus niger*, като се имат предвид бъдещите му приложения за производство на галактоолигозахариди с пребиотичен потенциал. Ензимът се захваща от многослойни ксантанови и хитозанови полиелектролити (PEMs), депозиранни чрез потапяне върху положително заредени подложки от полимлечна киселина. Подложките са предварително зареджани в система за коронен разряд. Положително 5 kV напрежение е приложено към корониращия електрод. 1 kV напрежение със същата полярност като този на корониращия електрод е приложено към решетката. Хитозановите слоеве са омрежени с натриев триполифосфат (Na-TPP). Ензимът е оптимален при 50 °C и pH 5,0. Имобилизацията се осъществява за различно време на адсорбция и се определят оптимални условия. Тези резултати дават представа за по-нататъшно оптимизиране на реакциите на трансгалактозидаза, за да се получат галактоолигозахариди със

специфична структура и с по-добре изразени пребиотични свойства. За определяне на морфологията на повърхността на изследваните образци е използван атомно-силов микроскоп и е получена средна квадратната грапавост.

30. I. Vlaeva, Kr. Nikolova, **I. Bodurov**, M. Marudova, D. Tsankova, S. Lekova, A. Viraneva and T. Yovcheva – *Using differential scanning calorimetry, laser refractometry, electrical conductivity and spectrophotometry for discrimination of different types of Bulgarian honey*, **Journal of Physics: Conference Series** **794**, Art. No. 012034 (2017). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/794/1/012034>  
**SJR = 0.211; Q3 (2017);**

В тази статия са разгледани възможностите на няколко физични метода за изследване на ботаническия произход на меда. Използвани са проби от трите най-разпространени видове мед в България (акация, липа и манов). Те са изследвани чрез лазерна рефрактометрия, UV, VIS и FTIR спектроскопия, измерване на електрическа проводимост и диференциална сканираща калориметрия. Целта на това изследване беше да разкрие физическите характеристики на меда от различна флора, произведена в България, и да идентифицира добиването на мед с висок потенциал за апитерация за бъдещи изследвания.

31. T. Yovcheva, S. Sotirov, A. Viraneva, **I. Bodurov** and S. Kabasanov – *Measurement of piezoelectric  $d_{33}$  coefficients in Thin Films – Part 1: Experimental Setup Description*, **Физика Диелектриков (Диелектрики-2017)** **2**, pp. 213-215 (2017).

Представено е устройство за прецизно измерване на пиезоелектричния коефициент  $d_{33}$  в тънки слоеве с дебелина от няколко  $\mu\text{m}$ . За да извърши измерването, пробата се поставя между два електрода, които след това се притискат заедно с електромагнит. Описани са основните конструктивни елементи и механичните характеристики на измервателното устройство. Предоставена е електронна схема за усилване и измерване на получения пиезоелектричен сигнал. Разработената установка е лесна за използване. Изисква минимално обучение на оператора. Важно предимство на разработената установка е структурата на електродите, като долния измервателен електрод не е фиксиран към основата. Той е поставен върху напращаваща лагерна сачма, което му позволява да променя ъгъла си спрямо горния електрод. Целта е електродите да стоят успоредно един над друг, когато се прилага сила. Лагерната сачма осигурява голямата контактна площ между пробата и електродите. Това решение води до подобрени параметри на системата и намалява въздействието на междините върху точността. Прецизното регулиране на механичното напрежение върху пробата от тока, подаван към електромагнита, позволява постигането на висока точност на измерванията и повтаряемост.

32. T. Yovcheva, S. Sotirov, A. Viraneva, **I. Bodurov** and S. Kabasanov – *Measurement of piezoelectric  $d_{33}$  coefficients in Thin Films – Part 1: Experimental Results*, **Физика Диелектриков (Диелектрики-2017)** **2**, pp. 216-218 (2017).

Целта на тази работа е да покаже възможностите на предложеното устройство. Извършени са две серии от измервания на пиезоелектрическия модул  $d_{33}$ . Първата серия от експерименти изследва кръгови проби от пиезокерамика с циркониев титанат (PZT) с дебелина 600  $\mu\text{m}$ . Втората серия от експерименти изследва

тънки полимерни филми от политетрафлуоретилен (PTFE) с дебелина 80 µm и полиетилентерефталат (PET) с дебелина 100 µm, имащи формата и диаметъра на двата измерващи електрода. Преди измерването пробите се зареждат в коронен разряд. Зареждане на пробите се извършва по метода на коронния разряд, като се използва триелектронна система. Експерименталните резултати върху PZT филми, заредени PET и заредени PTFE филми с известни пиезоелектрически коефициенти показват, че предложеното устройство е точно в рамките на експерименталната неопределеност.

33. Илиана Милкова-Томова, Ивайло Минчев, Поли Радужева, Кръстена Николова, Петко Динев, Драгомира Бухалова, **Иван Бодуров**, Теменужка Йовчева – *Физико-химични свойства на инфузии от морски и сладководни водорасли*, Сборник статии от Национална научна конференция „15 години фармация в Медицински университет – Пловдив, 1-3 юни 2018, стр. 221-226.

Цел на настоящото изследване е определяне на някои физико-химични показатели на морски водорасли от Българската черноморска акватория (*Rhodophyta*, *Ulva Intestinalis* и *Phaeophyceae*) и сладководни водорасли произведени в биореактор в България (*Spirulina* и *Chlorella*). Установена е антиоксидантната активност на водорасли по два метода – ORAC и HORAC. Определено е съдържанието на флавоноиди и полифенолни киселини. Изследвани са приготвените водни инфузии с 3 g и 6 g *Spirulina* и *Chlorella* (98- 100 °C, 30 min). Получени са флуоресцентни спектри на водните извлекци при дължина на възбуждащата светлина  $\lambda = 290$  nm. Не е установена съществена разлика в относителния интензитет на излъчване на екстрактите с различно процентно съдържание на водорасли в инфуза (*Spirulina* и *Chlorella*). Инфузиите с *Chlorella*, обаче, показват по-интензивен флуоресцентен пик на хлорофила от тези със *Spirulina*. Определени са и цветовете параметри на образците в SIE Lab в система.

34. T. Yovcheva, A. Viraneva, A. Marinova, S. Sotirov, G. Exner, **I. Bodurov**, M. Marudova, B. Pilicheva, Y. Uzunova and I. Vlaeva - *Insulating Chitosan/Casein Multilayers on Corona Charged Polylactic Acid Substrates*, **IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation**, Vol. 25, No. 3 (June 2018) pp. 766-771.  
<https://doi.org/10.1109/TDEI.2017.006948>  
**SJR = 0.68; IF = 1.774; Q1 (2018);**

Изследвано е влиянието на структурата и физико-химичните свойства на многослойните филми хитозан/казеин върху потенциалната им употреба за системи за доставяне на лекарства. Многослойните филми се приготвят чрез последователно отлагане слой по слой, при което хитозан и казеин се отлагат върху подложки от поли(млечна киселина), предварително третиран с положителна или отрицателна корона. Коронната система за разреждане се състои от коронен електрод, заземена плоча и мрежа. Отлагането е наблюдавано чрез ATR FT-IR, AFM и измервания на повърхностната енергия. ATR FT-IR спектрите доказват образуването на полиелектролитни хитозан-казеинови комплекси. Съдържание на хитозан и казеин се увеличава с увеличаване на броя на двойките слоеве и това е потвърдено допълнително с XPS анализ. Повърхностната топография се изследва чрез AFM и се оценява средната грапавост. Извършен е сравнителен анализ на експериментални-

те резултати и са определени най-подходящите условия за необратимото свързване на хитозан/казеиновите полиелектролити.

35. Ася Виранева, **Иван Бодуров**, Теменужка Йовчева - *Електрични свойства на композитни филми от полимлечна киселина*, **Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education**, Volume 27, Number 4, pp. 589-597 (2018).

Print ISSN: 0861-9255

Online-ISSN: 1313-8235

В настоящата работа са изследвани някои електрични свойства на композитни филми от полимлечна киселина (ПМК) с различно процентно съдържание на частици от MgO – 0 wt.%, 2 wt.%, 4 wt.% и 8 wt.%. Композитните филми са получени с помощта на смесител Brabender Plastograph EC Plus при контролирано електрично нагряване за 5 минути при 190°C. Така получените филми са зареждани по метода на коронния разряд с помощта на триелектродна система за 1 минута при стайни условия. На корониращия електрод е подавано напрежение 5 kV, а на решетката – напрежение 1 kV със същата полярност като на корониращия електрод. След зареждане на образците е измерен техният повърхностен потенциал по метода на вибриращия електрод с компенсация. Изследвани са времевите зависимости на повърхностния потенциал. Получените резултати показват значително изменение в електретното поведение на композитните филми от ПМК след вкарването на частици от MgO с различна концентрация. Изследвани са и някои диелектрични и импедансни характеристики на композитните филми. Пресметнати са диелектричните проницаемости. Получените резултати показват изменение на диелектричната проницаемост с увеличаване на концентрацията на вкараните частици в матрицата от ПМК.

36. Илия Илиев, Тонка Василева, Веселин Биволарски, Ася Виранева, **Иван Бодуров**, Мария Марудова, Теменужка Йовчева - *Имобилизиране на фруктозилтрансфераза върху композитни филми от полимлечна киселина, ксантан и хитозан*, **Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education**, Volume 27, Number 5, pp. 639-647 (2018).

Print ISSN: 0861-9255

Online-ISSN: 1313-8235

Фруктозилтрансферазите катализират синтезата на полифруктозани от леванов тип в присъствие на захароза в реакционната среда. В присъствие на акцептори (малтоза, изомалтоза, лактоза, фруктоза) и донор на фруктозни единици – захароза, те синтезират олигозахариди със степен на полимеризация от 3 до 5 монозахаридни остатъка, които притежават пребиотичен потенциал. В настоящото изследване ензимът фруктозилтрансфераза от щам *Leuconostoc mesenteroides* Lm17 се имобилизира върху многослойна полизахаридна структура, съставена от хитозан и ксантан. Слоеве се нанасяха върху предварително заредени в коронен разряд подложки от полимлечна киселина (ПМК). Получените композитни филми се изследваха за степента на имобилизиране на ензима и възможността за синтез на фруктан върху повърхността на филма. В получените филми се установи активност на ензима от 0,73 U/mg филм. При провеждане на ензимна реакция в присъствие над 10 % захароза се установи провеждането на хидролизна и трансферазна реакция, чрез която се синтезира полизахарид както в разтвора, така и върху мембрана-

та. Повърхностната морфология на многослойните филми е изследва с помощта на атомно силов микроскоп Nanosurf Flex AFM. Получени са стойностите на средно-квадратичната грапавост. Установи се, че тя нараства с нарастване на броя на слоевете независимо от последователността им.

37. Антоанета Маринова, Теменужка Йовчева, Ася Виранева, **Иван Бодуров**, Мария Марудова - *Получаване на полиелектролитни комплекси от хитозан и казеин*, **Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education**, Volume 27, Number 5, pp. 692-699 (2018).  
Print ISSN: 0861-9255  
Online-ISSN: 1313-8235

През последните десетилетия се провеждат интензивни изследвания върху взаимодействията между полиелектролитите и възможностите за образуване на полиелектролитни комплекси (ПЕК). Основната цел на тези изследвания е да се проучат свойствата на ПЕК и да се разширят приложенията им при решаването на различни технологични и екологични проблеми. Интересът към природните полиелектролити – полизахариди, протеини, аминокиселини, ДНК и т. н., се увеличава поради ролята им в живите организми, тяхната бионаличност, биоразградимост и употребата им във фармацията и медицината.

В настоящото изследване за получаване на нов комплекс между полиамфолита казеин и природния поликатион хитозан са използвани електростатичните взаимодействия на привличане между противоположно заредени полиелектролити. Комплексът казеин/хитозан е получен при смесването на кисели разтвори на хитозан с основни разтвори на казеин. Добивът на комплекса е определен чрез вискометрични, спектроскопични и гравиметрични методи. Установена е оптималната стехиометрия на комплексите при различно рН.

38. Maria Marudova, Ginka Exner, Bissera Pilicheva, Antoaneta Marinova, Asya Viraneva, **Ivan Bodurov**, Sotir Sotirov, Ivanka Vlaeva, Yordanka Uzunova and Temenuzhka Yovcheva – *Effect of assembly pH and ionic strength of chitosan/casein multilayers on benzydamine hydrochloride release*, **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials** 68 (1-3) 90-98 (2019).  
<https://doi.org/10.1080/00914037.2018.1525727>  
ISSN: 0091-4037 (Print) 1563-535X (Online)  
SJR = 0.503; IF = 2.263; Q2 (2019);

В тази работа многослойни биополиелектролитни филми са изградени от хитозан и казеин чрез отлагане слой по слой върху предварително заредени в коронен разряд подложки от поли(DL-млечна киселина). Такава структура позволява оптимизация по отношение на морфологията и способността за захващане и освобождаване на лекарството чрез промяна на условията на получаване. Разлики в йонната сила на хитозановите и казеиновите разтвори и рН на хитозана при постоянно рН на разтвора на казеин, влияе значително върху структура на образците и освобождаването на лекарството. Увеличаването на рН и йонната сила променят морфологията от плътна към рехавя, а нарастването на йонната сила води до бавно освобождаване на лекарството.

39. I. Vlaeva, B. Pilicheva, A. Marinova, **I. Bodurov**, T. Yovcheva, A. Viraneva, G. Exner, Y. Uzunova, S. Sotirov and M. Marudova – *Investigation of flexible polyelectrolyte multilayered structure by using different techniques*, **AIP Conference Proceedings 2075**, Art. No. 160007 (2019).  
<https://doi.org/10.1063/1.5091334>  
**SJR = 0.182;**

Статията разглежда формирането на медицински подложки с потенциална употреба като системи за доставяне на лекарства чрез адхезия на букална лигавица. Образците се състоят от подложка и нанесени върху нея редуващи се казеин и хитозан. Методът за приготвяне на тази многопластова структура е последователно послойно отлагане. Електролитната природа на използваните полимери (хитозан - полианион и казеин - поликатион) е използвана в процеса на формиране. Първоначалният излишък на на заряд върху подложката се осигурява чрез предварително зареждане в коронен разряд. Процесът на формиране е проследен чрез измервания на показателя на пречупване чрез лазерен рефрактометър. Възможността за използване като системи за доставяне на лекарства е потвърдена чрез тестове за освобождаване на лекарства, при които се използва кинетиката на бензидамин хидрохлорид (ВН). Методът на муциновата реакция е използван за установяване на потенциала на адхезия.

40. S. Milenkova, **I. Bodurov** and M. Marudova – *Effect of assembly conditions on chitosan/alginate polyelectrolyte complexes particle size*, **AIP Conference Proceedings 2075**, Art. No. 160011 (2019).  
<https://doi.org/10.1063/1.5091338>  
**SJR = 0.165**

Полиелектролитите остават един от най-привлекателните обекти за научни изследвания през последните десетилетия поради голямото им значение в съвременните технологии и молекулярната биология. В това проучване, частиците полиелектролитни комплекси (PPECs) се образуват чрез смесване на катионен хитозан (Ch) и анионен алгинат, използвайки техниката на струйно смесване. В определени граници размерът на образуваните PPEC може да бъде контролиран и те да са с наноразмер. Целта беше да се проучи влиянието на рН и йонната сила при формирането върху размера на PPEC. Изследвано е също влиянието на молекулното тегло на хитозана върху размера на PPECs. Динамично разсейване на светлината е използвано за оценка на размера на PPEC. Установено е, че рН и йонната сила влияят върху силата на взаимодействие между хитозана и алгината.

41. **Ivan Bodurov**, Asya Viraneva and Temenuzhka Yovcheva – *Electret and Dielectric Properties of Lyophilized Polymer Films*, **Journal of Physics: Conference Series 1186**, Art. No. 012013 (2019).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1186/1/012013>  
ISSN: 1742-6588, 1742-6596  
**SJR = 0.221; Q3 (2019);**

Полимерните електрети са един от най-важните видове електрети, които са широко използвани както в научните изследвания, така и в индустриалните приложения. Ефектът на задържаните заряди върху диелектричните свойства на по-

лимерните електрети е от решаващо значение за по-пълноценното използване на тези материали. Целта на тази статия е да изследва ефекта на лиофилизацията върху електричните и диелектричните свойства на полимерните филми. Изследвани са и сравнени свойствата на един синтетичен полимер (полистирен - PS) и два биополимера (полилактична киселина - PDLA и поли-ε-капролактон - PεC). Образците са анализирани с помощта на диелектрична релаксационна спектроскопия в диапазон от 20 Hz - 1 MHz, използвайки QuadTech 1910 Inductance Analyzer. Измерват се честотните зависимости на модула на импеданса и фазовия ъгъл. Що се отнася до свойствата на електретите, пробите бяха зареждани в конвенционална триелектронна корона система. Положително и отрицателно 5 kV напрежение е приложено към корониращия електрод и 600 V напрежение със същата полярност е приложено към решетката. Резултатите показват, че лиофилизацията увеличава времето за освобождаване на задържаните заряди. Установено е, че пробите, заредени в положителна корона, са по-стабилни от тези, заредени в отрицателна корона.

42. T. Yovcheva, B. Pilicheva, A. Marinova, A. Viraneva, **I. Bodurov**, G. Exner, S. Sotirov, I. Vlaeva, Y. Uzunova and M. Marudova - *Crosslinked Chitosan/Casein Polyelectrolyte Multilayers for Drug Delivery*, **Journal of Physics: Conference Series 1186**, Art. No. 012030 (2019).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1186/1/012030>  
ISSN: 1742-6588, 1742-6596  
**SJR = 0.221; Q3 (2019);**

Полиелектролитните многослойни структури се използват широко като системи за доставяне на лекарства, но все още проблем остава малкият им капацитет за обездвижване на лекарства. Един от начините за увеличаване на количеството на имобилизираното лекарство може да бъде омрежване на слоевете, което ги стабилизира и повишава тяхната порьозност. Целта на това изследване е получаването и охарактеризирането на хитозан/казеин многослойни структури, които са омрежени с различни омрежаващи агенти - глутаралдехид, натриев триполифосфат, CaCl<sub>2</sub> и комбинации от два от тях. Методът XPS се използва за доказване на омрежването на слоевете. SEM е използван за наблюдение на морфологията на филма и неговата промяна поради омрежването. Изследвано е набъбването на слоевете в 100% относителна влажност. Освобождаването на моделно лекарство Бензидамин хидрохлорид е наблюдавано спектрофотометрично при 306 nm. Омрежването подобрява стабилността на многослойните структури и причинява образуване на пореста повърхност. След омрежване количеството на имобилизираното лекарство се увеличава няколко пъти

43. G. Exner, M. Marudova, S. Sotirov, A. Marinova, A. Viraneva, B. Pilicheva, **I. Bodurov**, I. Vlaeva, Y. Uzunova and T. Yovcheva, *Multilayered polyelectrolyte structures with potential for intracavity drug delivery systems*, **Applied Surface Science 493**, 620-627 (2019).  
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2019.07.039>  
ISSN: 0169-4332  
**SJR = 1.115; IF = 5.155; Q1 (2019);**

Статията представя многослойни полиелектролитни структури, състоящи се от подложка от поли-DL-млечна киселина, покрита със слоеве от хитозан и ка-

зеин. Използва се иновативен метод за подложката в коронен разряд, за да се осигури повърхностен заряд върху подложката, необходим за електростатично захващане на полиелектролита върху него. Броят на слоевете варира от 4 до 16, а способността на системата да захваща лекарства и да се закрепя към букалната лигавица е изследвана с помощта на UV-VIS-NIR спектроскопия, атомна силова микроскопия и по метода на малката статична капка. При използването на определено рН и йонна сила оптималния брой слоеве е 8, което се дължи на хлабавата морфология и сложния характер на многослойната структура. Освобождаването на лекарството се съпровожда и от разтваряне на полиелектролита.

### III. УЧЕБНИЦИ И УЧЕБНИ ПОМАГАЛА

44. А. Виранева, Г. Екснер, Е. Марекова, **И. Бодуров**, М. Марудова, Т. Йовчева - *Ръководство за лабораторни упражнения по физика*, УИ Паисий Хилендарски (2018).

ISBN: 978-619-202-356-84

Ръководството за лабораторни упражнения по физика има за цел да подпомогне студентите да усвоят по-задълбочено курса по физика, да осъзнаят основните физични закономерности и да придобият практически навици за точни измервания. Запознаването с апаратурата и методите за измерване се явява като въвеждане в по-нататъшната самостоятелна работа на студентите.

За всяко упражнение от ръководството са дадени: цел на упражнението, принадлежности, теория на въпроса и работни формули, задачи за изпълнение, описание на опитната постановка и метод на работа, опитни данни и резултати, оценка на експерименталната неопределеност и контролни въпроси. Дадени са таблици за по-нагледно представяне на получените резултати от измерванията.

За улеснение в работата накрая са дадени като приложения таблици със стойности на различни физични величини.

45. Теменужка Йовчева, Ася Виранева и **Иван Бодуров** – Кратък курс по електричество, магнетизъм и оптика, УИ „Паисий Хилендарски“ (2019).

ISBN: 978-619-202-408-6

Настоящият учебник „Кратък курс по електричество, магнетизъм и оптика“ е предназначен за студенти, обучаващи се в следните инженерни специалности на Физико-технологичния факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“: „Хардуерни и софтуерни системи“, „Компютърни и комуникационни системи“, „Електроенергийна техника“, „Автомобилна техника“, „Машиностроителна техника и технологии“, „Телекомуникационни и информационни системи“, „Телекомуникации с мениджмънт“, „Информационно и компютърно инженерство“.

Материалът е съобразен с досега действащите учебни планове и програми за бакалавърската степен.

В разработените 23 теми на учебника са разгледани основните понятия, закони и явления от електричеството, магнетизма и оптиката, като е отделено особено внимание на изясняването на физичния им смисъл и практическите им приложения. Експерименталните изследвания са съчетани с теоретични обяснения, при което е използван достатъчно опростен математичен апарат.

#### IV. ПАТЕНТИ И ПОЛЕЗНИ МОДЕЛИ

46. Симеон Христов Съйнов, Георги Ганчев Минчев, Теменужка Атанасова Йовчева и **Иван Панайотов Бодуров**, *Четиривълнов лазерен микрорефрактометър*, **Патентно ведомство на РБ**, Свидетелство за регистрация на полезен модел BG 1985 U1, публикувано в бюлетин №10 на 31.10.2014 г. **Полезен модел**

Четиривълновият лазерен микрорефрактометър е предназначен за измерване на показателя на пречупване на микролитрови течни проби и тънки субмикронни слоеве при лабораторни изследвания във физиката, химията, биологията и медицината. Предимството на микрорефрактометъра е намалената неопределеност на измерванията и възможността за изследване на показателя на пречупване на течни и твърди образци в широк спектрален диапазон.

47. Теменужка Атанасова Йовчева, Ася Петрова Виранева, **Иван Панайотов Бодуров**, Сотир Иванов Сотиров, *Устройство за измерване на пиезоелектрични коефициенти на диелектрични материали*, **Патентно ведомство на РБ**, Свидетелство за регистрация на полезен модел BG 2250 U1, публикувано в бюлетин №7 на 29.07.2016 г.

**Полезен модел**

Устройството е предназначено за директно измерване на пиезоелектричните коефициенти на широк диапазон от диелектрични материали при лабораторни изследвания в областта на физиката и техническите дисциплини. То осигурява висока точност на измерванията и възможност за прецизно контролиране на силата на натиск върху образеца. Устройството има специфично захващане на измервателните електроди, при което долният измервателен електрод е закрепен за подвижна изолационна подложка, позиционирана върху нагрята сачма, което му позволява да променя ъгъла на разположението си спрямо горния неподвижно закрепен електрод. Измервателните електроди са изработени от месинг и имат цилиндрична форма с дебелина 4 mm и диаметър 30 mm.

48. **Иван Панайотов Бодуров**, Теменужка Атанасова Йовчева, Симеон Христов Съйнов – *Универсален лазерен микрорефрактометър*, **Патентно ведомство на РБ**, Свидетелство за регистрация на полезен модел BG 2842 U1, публикувано в бюлетин №12.1 на 15.12.2017 г.

**Полезен модел**

Универсалният лазерен микрорефрактометър е предназначен за измерване на комплексния показател на пречупване, който включва реалния показател на пречупване и имагинерния показател на пречупване, характеризиращ поглъщането. Обектите са микролитрови течни проби и тънки субмикронни слоеве при лабораторни и технически изследвания във физиката, химията, биологията, екологията и медицината. Предимства на универсалния лазерен микрорефрактометър са възможността за измерване на поглъщащи и разсейващи образци, подобрената неопределеност на измерванията и изследване на комплексния показател на пречупване на течни и твърди образци в широк спектрален диапазон.