

Табела 5.1 Спецификација предмета на студијском програму докторских студија

<b>Назив предмета:</b> Интеракције са површинама		
<b>Наставник или наставници:</b> Доц. др Сава Галијаш, Проф. др Душан Поповић		
<b>Статус предмета:</b> Изборни		
<b>Број ЕСПБ:</b> 15		
<b>Услов:</b> Положен предмет: Основни курс квантне механике		
<b>Циљ предмета</b> Упознавање метода квантне теорије интеракција са површинама, као основом за даља истраживања у овој и сродним областима физике.		
<b>Исход предмета</b> Разумевање феномена везаних за интеракције са површинама. Савладане формулације квантних модела и технике решавања проблема потребне за самостални истраживачки рад у области интеракција са површинама и у низу сродних подобласти.		
<b>Садржај предмета</b>  <i>Теоријска настава</i>  1. Интеракција зрачења пулсног ласера са површинама: 1.1 Механизма интеракције <i>ns-</i> , <i>ps-</i> и <i>fs-</i> пулсних ласера са површинама. Анализа <i>single-shot</i> и <i>multishot</i> режима аблације. 1.2 Утицај (а) параметара ласерског зрачења (трајање и енергија импулса, таласна дужина, време репетиције итд.), (б) материјала и стања површине мете и (в) средине у којој се мета налази. 1.3 Анализа површине третиране пулсним ласером (кратери, њихова морфологија, хемијски састав итд.). 1.4 Анализа аблираног наноматеријала (расподела по величинама, хемијски састав, време лета итд.); 2. Јонизација Ридбергових атома при упаду на површину: 2.1 Модел распадног стања (метод еталонских једначина). 2.2 Рате, вероватноће, јонизациона растојања, веза са експериментима. 3. Ридбергови јони: 3.1 Модел распадног стања уз утицај убрзања јона. 3.2 Интермедијалне етапе. 4. Неутрализација Ридбергових јона при напуштању површине: 4.1 Модел двостања. 4.2 Резонанце и прагови у популационим расподелама, веза са експериментима. 4.3 Нормиране вероватноће и рате, неутрализациона растојања. 5. Популационо-рејонизациони процеси: 5.1 Утицај рејонизације на популацију. 5.2 Случај великог момента импулса. 5.3 Експерименти. 6. Динамички модел двостања: 6.1 Популационе дистрибуције. 6.2 Улога у експериментима. 7. Формирање Ридбергових стања при косом упаду: 7.1 Утицај паралелене брзине. 7.2 Неутрализациона растојања. 7.3. Веза са експериментима. 8. Изабрани проблеми (по препоруци ментора).  <i>Практична настава</i>		
<b>Препоручена литература</b> 1. Joachim Burgdorfer, Atomic collisions with surfaces, in Review of fundamental processes and applications of atoms and ions, Ed. C.D. Lin, World Scientific, Singapore 1993, 2. N.N. Nedeljkovic, Interaction of atomic particles with solid surfaces, скрипта (PDF), 3. Phys. Rev. B 49 (1994) 5621; Phys. Rev. B 58 (1998) 16455; Phys. Rev. A 67 (2003) 032709; Phys. Rev. A 68 (2003) 012721; Phys. Rev. A 72 (2005) 032901; Phys. Rev. A 74 (2006) 032901; Phys. Rev. A 76 (2007) 042902, Phys. Rev. A 81(2100) 032902, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 45 (2012) 215202, JQSRT 134 (2014) 46-54, 4. I. N. Mihailescu, A. P. Caricato, Pulsed Laser Ablation: Advances and Applications in Nanoparticles and Nanostructuring Thin Films, Jenny Stanford Publishing, 2018, 5. K. C. Phillips, H. H. Gandhi, E. Mazur, S. K. Sundaram, Ultrafast laser processing of materials: a review. Advances in Optics and Photonics, 7(4), 684-712. 2015, 6. M. Stafe, A. Marcu, N. Puscas, Pulsed Laser Ablation of Solids, Springer, 2014, 7. G. Yang, Laser Ablation in Liquids, Jenny Stanford Publishing, 2012.		
Број часова активне наставе	Теоријска настава: 3	Практична настава:
<b>Методе извођења наставе</b> Предавања, консултације и студентски семинари		
<b>Оцена знања (максимални број поена 100)</b> Семинари 50, усмени испит 50.		
Начин провере знања могу бити различити : (писмени испити, усмени испт, презентација пројекта, семинари итд.....		
*максимална дужна 1 страница А4 формата		

**Table 5. Specification of subjects in the doctoral studies study program**

<b>Name of the subject:</b> Interactions with Surfaces		
<b>Teacher(s):</b> Asst. Prof. Sava Galijaš, PhD; Prof. Dušan Popović, PhD		
<b>Status of the subject:</b> Elective		
<b>Number of ECTS points:</b> 15		
<b>Condition:</b> Passed exam: Quantum mechanics (undergrad)		
<b>Goal of the subject</b> To learn the methods of quantum mechanical theory of interaction with surfaces, as a base for further scientific research.		
<b>Outcome of the subject</b> Understanding the phenomena related to the interaction with surfaces. Ability to formulate the quantum models and techniques in the field of interaction with surfaces and in other fields of research concerning the charge exchange between two subsystems.		
<b>Content of the subject</b> <i>Theoretical lectures</i> 1. Pulsed laser - surface interaction: 1.1 Mechanism of interaction of <i>ns</i> -, <i>ps</i> - i <i>fs</i> - pulsed laser with the surfaces. Analysis of the single-shot and the multishot ablation. 1.2 Impact of (a) laser parameters (pulse duration, pulse energy, wavelength, repetition rate, etc.), (b) target material and condition of the surface, (c) medium of the laser ablation. 1.3 Analysis of the treated surfaces (laser crater morphology, chemical composition, etc.). 1.4 Analysis of the ablated nanomaterials (size distribution, chemical composition, time of flight, etc.); 2. Ionization of Rydberg atoms impinging a solid surface: 2.1 Decay model (etalon equation method). 2.2 Rates, probabilities, ionization distances, comparison with experiments. 3. Rydberg ions: 3.1 Decay model with ionic acceleration. 3.2 Intermediate stages. 4. Neutralization of Rydberg ions escaping solid surfaces: 4.1 Two-state vector model, 4.2 Resonances and thresholds in the population distributions, relation with experiments, 4.3 Normalized probabilities and rates, neutralization distances. 5. Population-reionisation processes: 5.1 Effect of reionization, 5.2 Large angular momentum case, 5.3 Experiments. 6. Dynamical two-state vector model: 6.1 Population distributions, 6.2 Role in experiments. 7. Formation of Rydberg states during the grazing incidence: 7.1 Parallel velocity effect, 7.2 Neutralization distances, 7.3. Connection with experiments. 8. Selected problems (with advisor recommendation). <i>Practical lectures</i>		
<b>Recommended literature</b> 1. Joachim Burgdorfer, Atomic collisions with surfaces, in Review of fundamental processes and applications of atoms and ions, Ed. C.D. Lin, World Scientific, Singapore 1993, 2. N.N. Nedeljkovic, Interaction of atomic particles with solid surfaces, скрипта (PDF), 3. Phys. Rev. B 49 (1994) 5621; Phys. Rev. B 58 (1998) 16455; Phys. Rev. A 67 (2003) 032709; Phys. Rev. A 68 (2003) 012721; Phys. Rev. A 72 (2005) 032901; Phys. Rev. A 74 (2006) 032901; Phys. Rev. A 76 (2007) 042902, Phys. Rev. A 81(2100) 032902, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 45 (2012) 215202, JQSRT 134 (2014) 46-54, 4. I. N. Mihailescu, A. P. Caricato, Pulsed Laser Ablation: Advances and Applications in Nanoparticles and Nanostructuring Thin Films, Jenny Stanford Publishing, 2018, 5. K. C. Phillips, H. H. Gandhi, E. Mazur, S. K. Sundaram, Ultrafast laser processing of materials: a review. Advances in Optics and Photonics, 7(4), 684-712. 2015, 6. M. Stafe, A. Marcu, N. Puscas, Pulsed Laser Ablation of Solids, Springer, 2014, 7. G. Yang, Laser Ablation in Liquids, Jenny Stanford Publishing, 2012.		
Number of active classes	Theory: 3	Practice:
<b>Methods of delivering lectures</b> Lectures, consultations and student presentations.		
<b>Evaluation of knowledge (maximum number of points 100)</b> Presentations 50, oral examination 50		
Weays of testing the knowledge may vary: (written tests, oral exam, project presentation, seminars ets.....		
*maximum length 1 A4 page		