

**Табела 5.1** Спецификација предмета на студијском програму докторских студија

<b>Назив предмета:</b> Симетрија нискодимензионалних система		
<b>Наставник или наставници:</b> Иванка Милошевић, Бождар Николић, Саша Дмитровић		
<b>Статус предмета:</b> изборни		
<b>Број ЕСПБ:</b> 15		
<b>Услов:</b>		
<b>Циљ предмета</b> Овладавање концептом и техникама симетрије код нискодимензионалних система и разумевање са њима повезаних физичких особина.		
<b>Исход предмета</b> Познавање симетрија квази једнодимензионалних и квазидвострумензионалних система (нанотубе, полимери, танки слојеви итд.) и физичких последица. Способност примене симетрије у предикцији особина оваквих система.		
<b>Садржај предмета</b> <i>Теоријска настава</i> 1. Нискодимензионални системи (1Д): полимери, нанотубе, наножиге 2. Нискодимензионални системи (2Д): графен (МЛГ, БЛГ, ...), МоS2 слојеви, хетероструктуре, слојевити материјали, танки филмови, уређени низови нанотуба итд. 3. Симетрија нискодимензионалних система: групе симетрије и разлике у односу на тродимензионалне. Самерљивост и несамерљивост. 4. Структура система: елементарна и симеријска ћелија, однос мале групе и пуне група симетрије. 5. Блохов теорем, групни пројектори, модификовани групни пројектори. 6. Симетријски засноване особине: квантни бројеви (хеликални и линеарни), селекциона правила, енергетске зоне, дегенерација. 7. Класификација електронских и фононских стања, дегенерација енергетских нивоа. 8. Инваријантни потенцијали, потенцијал интеракције, Јан-Телеров ефекат. 9. Оптичка, Раманова и инфра-црвена активност. 10. Двоструке и магнетне субпериодичне групе (1Д и 2Д). 11. Специфични феномени (везани за истраживање кандидата, нпр. телескопски ефекат код двослојних нанотуба, деформационе особине).		
<b>Препоручена литература</b> 1. M. Damnjanovic and I. Milosevic, Line Groups in Physics, Theory and Applications to Nanotubes and Polymers, Springer, Berlin Heidelberg 2010) 2. E. B. Barrosa, A. Jorio, G. G. Samsonidze, R. B. Capaz, A. G. S. Filho, J. M. Filho, G. Dresselhaus, M. S. Dresselhaus, "Review on the symmetry-related properties of carbon nanotubes", Physics Reports 431 (2006) 261 – 302 3. Kopsky V and Litvin D (ed) 2003 International Tables for Crystallography vol E Subperiodic Groups (Dordrecht: Kluwer) 4. Daniel B. Litvin, Magnetic Group Tables, International Union of Crystallography (2013)		
Број часова активне наставе	Теоријска настава: 15	Практична настава:
<b>Методе извођења наставе</b> Предавања, консултације, домаћи задаци, семинар		
<b>Оцена знања (максимални број поена 100)</b> <b>Усмени испит 50, Семинар (са задатком) 50</b>		
Начин провере знања могу бити различити : (писмени испити, усмени испт, презентација пројекта, семинари итд.....		
*максимална дужна 1 страница А4 формата		

**Table 5.1 Specification of subjects in the doctoral studies study program**

<b>Name of the subject:</b> Symmetry of low-dimensional systems
<b>Teacher(s):</b> Ivanka Milošević, Božidar Nikolić, Saša Dmitrović
<b>Status of the subject:</b> optional

<b>Number of ECTS points: 15</b>		
<b>Condition:</b>		
<b>Goal of the subject</b> Adopting the concepts and basic techniques of symmetry used for low-dimensional systems and understanding of related physical properties.		
<b>Outcome of the subject</b>  Understanding symmetries of subperiodic systems (nanotubes, polymers, layered crystals, thin films...) and their physical consequences. Ability to usage of symmetry for system properties analysis.		
<b>Content of the subject</b> <i>Theoretical lectures</i> 1. Low-dimensional systems (1D): polymers, nanotubes, nanowires 2. Low-dimensional systems (2D): graphene (MLG, BLG, ...), MoS <sub>2</sub> layers, heterostructures, layered materials, thin films, aligned nanotubes etc. 3. Symmetries of low-dimensional systems : symmetry groups and differences in comparison to space groups. Commensurable and incommensurable systems. 4. System structure: unit cell and symmcell, relation between stabilizer and full symmetry group. 5. Bloch's theorem, Wigner's group projectors, modified group projectors. 6. Symmetry based properties: quantum numbers (helical and linear), selection rules, bands, degeneracy. 7. Classification of the electronic and phonon states, degeneracy of energy levels. 8. Invariant potentials, interaction potential, Jahn-Teller. 9. Optical, Raman and infrared activity. 10. Double and magnetic subperiodic groups (1D and 2D). 11. Particular phenomena from student research field.		
<b>Recommended literature</b> 1. M. Damnjanovic and I. Milosevic, Line Groups in Physics, Theory and Applications to Nanotubes and Polymers, Springer, Berlin Heidelberg 2010) 2. E. B. Barrosa, A. Jorio, G. G. Samsonidze, R. B. Capaz, A. G. S. Filho, J. M. Filho, G. Dresselhaus, M. S. Dresselhaus, "Review on the symmetry-related properties of carbon nanotubes", Physics Reports 431 (2006) 261 – 302 3. Kopsky V and Litvin D (ed) 2003 International Tables for Crystallography vol E Subperiodic Groups (Dordrecht: Kluwer) 4. Daniel B. Litvin, Magnetic Group Tables, International Union of Crystallography (2013)		
Number of active classes	Theory: 15	Practice:
<b>Methods of delivering lectures</b> Lectures, seminars, projects.		
<b>Evaluation of knowledge (maximum number of points 100)</b> Seminars (projects) 50 points, final exam 50 points.		
Ways of testing the knowledge may vary: (written tests, oral exam, project presentation, seminars etc.....		
*maximum length 1 A4 page		