

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Ivan Franko National University of Lviv
Faculty of Physics
Solid State Physics Department**

Approved at the meeting of the
Solid State Physics Department,
Faculty of Physics of Ivan Franko
National University of Lviv
(protocol No1 from 25.08.2023)
Head of the department:



Volodymyr KAPUSTIANYK

**Syllabus
of the academic discipline “Applied Spectroscopy”,
which is taught within the educational and professional program “Applied Physics
and Nanomaterials” second (master's) level of higher education for applicants from
the specialty 105 “Applied Physics and Nanomaterials”**

Discipline title	Applied Spectroscopy
The address of teaching the discipline	Dragomanova st. 50, 79005 Lviv
The faculty and department under which the discipline is established	Faculty of Physics, Department of Solid State Physics
Field of knowledge, code and title of speciality	10 Natural Sciences / 105 Applied physics and nanomaterials
Lecturer	Head of the Solid State Physics Department, Professor, Dr. of Sci. Kapustianyk Volodymyr
Contact information of the teachers	volodymyr.kapustianyk@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/kapustyanik-volodymyr-bohdanovych
Discipline consultations are performed	Consultations on the day of lectures and practical classes (by prior arrangement). Online consultations via e-mail are also available.
Discipline Web page	https://physics.lnu.edu.ua/course/optychna-spektroskopiya-fizyka
Information about the discipline	The "Applied Spectroscopy" is a normative discipline of speciality 105 "Applied Physics and Nanomaterials" for the second (master's) level of higher education, which is taught in the II semester in the amount of 5 credits (according to the European Credit Transfer System ECTS).
Short annotation of the discipline	The course "Applied Spectroscopy" is one of the most important sections of physics. The course examines the theory of atomic spectra and spectra of substances in a condensed state, as well as the principle of operation and characteristics of various types of spectral instruments. A significant place in the course is devoted to the practical application of various options of optical spectroscopy in various spheres of human activity - science, in particular, in astrophysics and solid state physics, production, medicine, judicial, customs, environmental examination, etc.
Purpose and objectives of the disciplines	The purpose of the course: to acquaint students with the basic laws and concepts of the spectral analysis and spectroscopy of substances in the condensed state, to acquaint them with various optical-spectral methods of studying the elemental chemical composition, molecular and crystal structure of the various substances. The main goals of the course: a) to consider the basic concepts and theoretical foundations of applied spectroscopy; b) to expand the scientific outlook of the students; c) to develop skills for independent work on solving both scientific and applied problems using the optical-spectral methods.
Literature for the study of the discipline	Basic: 1. V. Kapustianyk, V. Mokryi. Applied spectroscopy. – L.: Ed. center of LNU. – 2009. – 305 p. (in Ukrainian) 2. A. B. P. Lever. Inorganic Electronic Spectroscopy. Amsterdam. :Elsevier. – 1987. – 407 p. 3. Yu. M. Buravlyov, I. A. Grikit et al. Methods of spectral analysis of metals and alloys.– K: Technique. – 1988. – 215 p. (in Ukrainian) 4. K. Nakamoto. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. New Jersey. – 2009. – 415 p. 5. V. Y. Stadnyk, V. B. Kapustianyk Physics of dielectrics. – Lviv: Ed. center of LNU, 2020. – 336 p. (in Ukrainian) 6. Kapustianyk V. B. Multifunctional materials based on ferroics / V. B.

	<p>Kapustianyk, Yu. V. Chorniy – Kishyniv: Globe Edit, 2022. – 202 p., ISBN 978-620-0-63562-4 (in Ukrainian).</p> <p>Additional:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. V. B. Kapustianyk Physics of ferroics with an organic cation. – Lviv: Ed. LNU – 2006. – 439 p. (in Ukrainian) 2. V. Kapustyanik, V. Mokryi. Optical-spectral methods in scientific and technical examination. Practicum. – L.: Ed. center of LNU. – 2004. – 207 p. (in Ukrainian). 3. Kapustianyk V. Manifestation of the ferroelastoelectric phase transition in the absorption spectra of $(\text{NH}_4)_2\text{CuCl}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ crystals / V. Kapustianyk, S. Semak, Yu. Chornii, O. Bovgyra, M. Kovalenko // Physica B: Condensed Matter. – 2022. – V. 639. – P. 413929 (10 pp.). https://doi.org/10.1016/j.physb.2022.413929. <p>Information resources:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eric Weisstein’s World of Physics http://scienceworld.wolfram.com/physics/ 2. Wikipedia. http://www.wikipedia.org 3. http://www.lbl.gov/abc/Contents.html#experiment
Course duration	1 semester
The scope of the course	150 hours: 48 hours of classroom classes, 16 hours of lectures, 32 of laboratory classes, and 102 hours of self-work.
Expected learning outcomes	<p>As a result of studying this course, the applicant should master the following competencies:</p> <p>General competencies (GC):</p> <p>GC 1. Knowledge and understanding of the subject area and understanding of professional activity.</p> <p>GC 2. Ability to communicate in the national language both orally and in writing.</p> <p>GC 3. Ability to communicate in a foreign language.</p> <p>GC 4. Skills in using information and communication technologies.</p> <p>GC 5. Ability to learn and master modern knowledge.</p> <p>GC 6. Ability to search, process, and analyze information from various sources.</p> <p>GC 7. Ability to work in a team.</p> <p>GC 8. Interpersonal skills.</p> <p>GC 9. Ability to work autonomously.</p> <p>GC 10. Skills of performing safe activities.</p> <p>GC 11. Ability to apply knowledge in practical situations.</p> <p>GC 12. The ability to evaluate and ensure the quality of the work performed.</p> <p>Special competencies (SC):</p> <p>SC 1. The ability to perform an analysis of special literature, to formulate a statement of a scientific or scientific and technical problem, to choose methods and techniques of scientific research and scientific and technical developments in the field of applied physics and nanomaterials.</p> <p>SC 2. The ability to optimally place material resources necessary for conducting scientific research or scientific and technical development (materials, apparatus, equipment, computer equipment, etc.).</p> <p>SC 3. The ability to analyze the obtained results, present them to specialists in the field, draw up scientific articles and scientific and technical reports.</p> <p>SC 4. The ability to carry out scientific and technical developments in the field of applied physics and nanomaterials in accordance with the assigned task.</p> <p>SC 5. The ability to independently master new equipment and technologies</p>

	<p>from related industries to solve production problems.</p> <p>After mastering the academic discipline, students must demonstrate the following learning outcomes (LO):</p> <p>LO 1. Use knowledge in the field of applied physics and nanomaterials, information technologies to perform scientific research and solve production problems.</p> <p>LO 2. Find and analyze scientific and technical information in the field of applied physics and nanomaterials from domestic and foreign sources, including using modern search systems.</p> <p>LO 3. To be able to discuss and find progressive and innovative solutions to problems and tasks when performing professional activities.</p> <p>LO 4. Establish and argue for new dependencies between parameters and characteristics of physical systems.</p> <p>LO 5. Work effectively both individually and as part of a team, evaluate and ensure the quality of work performed in the field of applied physics and nanomaterials.</p> <p>LO 6. Correctly formulate professional conclusions, test them, and convey them to audiences of various professional levels, using modern scientific and technical communication methods in Ukrainian and foreign languages.</p> <p>LO 8. Be able to use modern physical equipment and equipment, assess risks in professional activities and take preventive actions.</p>
Key words	Applied spectroscopy, molecular spectra, Raman scattering, spectrometer, spectral analysis, atomic absorption analysis.
Course format	Full-time: conducting lectures, laboratory work, and consultations to better understand the topics.
Topics	Listed in tables 1 and 2.
Final control, form	Exam in 2 semester.
Prerequisites	The study of the discipline "Applied Spectroscopy" is based on the knowledge of students obtained during the study of general and special disciplines: "Electricity and Magnetism", "Molecular Physics", "Optics", "Atomic and Nuclear Physics", "Quantum Mechanics", "Solid State Physics", "Physics and technology of low temperatures", "Programming and mathematical modeling", "Mathematical analysis", "Differential equations", "Applied problems of low temperature physics", "Physical bases of computer systems", as well as a number of subjects of free choice, which consider problems related to the applied spectroscopy.
Educational methods and equipment	The following teaching methods are used: a) verbal – lecture, explanation, conversation, and instruction (introductory and ongoing) during laboratory work; b) visual - illustrating the lecture material with presentations that include tables, charts, and diagrams; c) laboratory - performance of laboratory work that ensures the organization of educational work for obtaining new knowledge, testing certain scientific hypotheses at the levels of research, generalization, and analysis, and formation of skills and abilities to interpret the results of research on various objects.
Necessary devices	Personal computers, operating systems (Windows, Linux), a software package for processing data of absorption spectra, "CrysTool", created at the Department of Solid State Physics, commonly used computer programs, in particular, software for processing and visualization of measurement results (MS Office, 365 Excel, corporate license of Ivan Franko National University), computer projector, laboratory equipment: computerized devices for measuring of absorption spectra and photo- and X-ray luminescence spectra, AvaSpec spectrometer with CCD detector - 2048L.
Evaluation criteria (separately for each type)	Control of learning the material includes current control (tests and a colloquium for two content modules, $2 \times 5 = 10$ points), assessment of answers

<p>of educational activity)</p>	<p>and work in laboratory classes ($8 \times 5 = 40$ points) — 50 points in total for the semester; the exam consists of a theoretical part ($20 \times 2 = 40$ points) and a test of practical knowledge (10 points) — a total of 50 points. The total score is 100 points.</p> <p>Academic integrity by higher education students ensures independent performance of educational tasks, tasks of current, and final control of learning results. Writing off, and interfering with the work of other students are, but are not limited to, examples of possible academic dishonesty. The detection of signs of academic dishonesty in a student's written or oral work is the basis for the failure by the teacher, regardless of the extent of the deception.</p> <p>Attending classes is an important part of learning. All students are expected to attend all lectures and practical sessions of the course. Students must inform the teacher about the impossibility of attending classes. In any case, students are obliged to comply with all deadlines set for the performance of all types of work provided for in the course.</p> <p>Literature. All literature that students cannot find on their own will be provided by teachers solely for educational purposes without the right to transfer it to third parties. Students are also encouraged to use other literature and sources that are not among the recommended ones).</p> <p>Scoring policy. Points scored on practical and ongoing testing are taken into account. At the same time, attendance at classes and the student's activity during classes must be taken into account; inadmissibility of absences and lateness to classes; using a mobile phone, tablet or other mobile devices during class for non-educational purposes; plagiarism; untimely performance of the assigned task, etc.</p> <p>Any form of academic dishonesty will not be tolerated).</p>
<p>Questions for the exam</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. The types of spectral analysis. Basic definitions. 2. Characteristic features and possibilities of the spectral analysis. 3. The main directions of the spectral analysis employment. Application of the spectral analysis in astrophysics. 4. Theoretical basis of the of spectral analysis. Line atomic spectra. Wave properties of the electrons, quantum numbers. 5. Periodic system of elements and atomic spectra 6. The types of spectra. 7. Generalized scheme of the spectral devices. 8. Basic characteristics of the spectral devices. 9. Classification of the spectral devices. 10. The main types of the spectrometers. Basic requirements for the photoelectric spectral devices. 11. Methodology for studying the absorption spectra of the condensed substances in the visible and UV regions. 12. Peculiarities of the optical electron spectroscopy of substances in a condensed state. 13. Basic aspects of the crystal field theory. 14. The shape of electronic orbitals for different electronic states. 15. Intra-ion transitions. 16. Charge transfer spectra. 17. The models describing the shape and behavior of the absorption edge. 18. Energy levels of the transition metal ions. 19. Sugano-Tanabe diagrams. Energy states in the laser crystals. 20. Simple chromophore groups. Stereochemistry. 21. The shape and intensity of the spectral bands.

	<ol style="list-style-type: none"> 22. Thermochromic effect. Thermochromic materials. 23. Physical basis of the luminescence. Radiation centers. 24. Types of the luminescence. Fluorescence. Phosphorescence. 25. Information that should be obtained from the luminescence spectra. 26. Parameters of the luminescence. Excitation spectra. 27. Exciton luminescence. 28. Excitons in the nanostructures. 29. Application of the luminescence and related phenomena in optoelectronics. 30. Origin of the molecular spectra. 31. Raman spectroscopy and resonance Raman spectroscopy. 32. Vibrations of the polyatomic molecule. Types of vibrations. 33. IR spectroscopy. Peculiarities of the experimental study of IR spectra of solids and solutions. 34. The technique of Raman spectra measuring. Geometry of the experiment. 35. Method of group frequencies. Characteristic vibration frequencies of the functional groups. 36. Peculiarities of the vibration spectroscopy of the single crystals. Factor-group analysis.
Questionnaire	An evaluation questionnaire for the purpose of assessing the quality of the course will be provided at the end of the course.

Table. 1

Outline of the course «**Applied spectroscopy**»

Week	Topic name	Form of activity and amount of hours	Literature	Duration
1-3	Topic 1. The theoretical basis of the spectral analysis. Basic definitions.	lectures – 4 hours, self-work – 10 hours.	Basic: 1,2,3 Additional: 2	3 weeks
3-5	Topic 2. General characteristics and classification of the spectral devices	lectures – 3 hours, self-work – 10 hours.	Basic: 1,2,3 Additional: 2	2 weeks
6-9	Topic 3. Absorption spectroscopy of the substances in a condensed state	lectures – 4 hours, self-work – 10 hours.	Basic: 1,2,3,5 Additional: 2, 3	4 weeks
10-12	Topic 4. Luminescence spectra of the substances in the condensed state	lectures – 3 hours, self-work – 5 hours.	Basic: 1,6 Additional: 2	3 weeks
13-16	Topic 5. Molecular spectroscopy	lectures – 4 hours, self-work – 5 hours.	Basic: 4, 6 Additional: 1, 2	4 weeks


Table 2

Topics of the laboratory classes

Week	Topic name	Form of activity and amount of hours	Duration
1	Introductory lesson.	lab – 2 hours	1 week
2	Digitization of spectra using the "Get Data" software package.	lab – 2 hours, self-work – 5 hours.	1 week
3,4	Obtaining and approximation of absorption spectra of compounds with a copper chromophore.	lab – 4 hours, self-work – 9 hours.	2 weeks
5, 6	Obtaining and computer analysis of derivative spectra.	lab – 4 hours, self-work – 9 hours.	2 weeks
7, 8	Calculation of the parameters of the crystals' electronic structure.	lab – 4 hours, self-work – 9 hours.	2 weeks
9, 10	Investigations of the thermochromic effect in the complex compounds.	lab – 4 hours, self-work – 9 hours.	2 weeks
11, 12	Application of Raman spectroscopy for investigations of the single crystals' structure.	lab – 4 hours, self-work – 8 hours.	2 weeks
13	Computer processing of complex vibrational spectra.	lab – 2 hours, self-work – 5 hours.	1 week
14, 15	Study of the exciton spectra of excitation and photoluminescence of the wide gap semiconductors.	lab – 4 hours, self-work – 8 hours.	2 weeks
16	Final lesson.	lab – 4 hours.	1 week

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра фізики твердого тіла

Затверджено на засіданні
кафедри фізики твердого тіла
фізичного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 25 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри: 
проф. Володимир КАПУСТЯНИК

Силабус
з навчальної дисципліни «Прикладна спектроскопія»,
що викладається в межах ОПП «Прикладна фізика та наноматеріали»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»

Назва дисципліни	Прикладна спектроскопія
Адреса викладання дисципліни	Вул. Драгоманова 50, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра фізики твердого тіла
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки / 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладачі дисципліни	завідувач кафедри фізики твердого тіла, професор, д.ф.-м.н Капустяник Володимир Богданович
Контактна інформація викладачів	volodymyr.kapustianyk@lnu.edu.ua https://physics.lnu.edu.ua/employee/kapustyanik-volodymyr-bohdanovych
Консультації по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/course/optychna-spektroskopiya-fizyka
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Прикладна спектроскопія» є нормативною дисципліною зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» для другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка викладається в II семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс «Прикладної спектроскопії» є одним з найважливіших розділів фізики. В курсі розглядається теорія атомних спектрів та спектрів речовин у конденсованому стані, а також принцип роботи і характеристики різних типів спектральних приладів. Значне місце в курсі відведене практичному застосуванню різних варіантів оптичної спектроскопії в різноманітних сферах діяльності людини – науці, зокрема, в астрофізиці і фізиці твердого тіла, виробництві, медицині, судовій, митній, екологічній експертизі тощо.
Мета та цілі дисципліни	Мета курсу: ознайомити студентів з основними закономірностями та поняттями спектрального аналізу та спектроскопії речовин в конденсованому стані, ознайомити з різними оптико-спектральними методами дослідження елементного хімічного складу, молекулярної і кристалічної структури різних речовин. Основні цілі курсу: а) розглянути основні поняття і теоретичні основи прикладної спектроскопії; б) розширити науковий світогляд студентів; в) виробити навички до самостійної роботи з вирішення як наукових, так і прикладних задач із застосуванням оптико-спектральних методів.
Література для вивчення дисципліни	Базова: 1. В. Капустяник, В. Мокрий. Прикладна спектроскопія. - Л.: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка.- 2009.-305 с. 2. A.V.P. Lever. Inorganic Electronic Spectroscopy. Amsterdam. :Elsevier.- 1987.- 407 p. 3. Ю.М. Буравльов, І.А. Грікіт та ін. Методи спектрального аналізу металів и сплавів.-К.:Техніка.-1988.-215 с. 4. K. Nakamoto. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. New Jersey.- 2009.- 415 p. 5. Стадник В.Й., Капустяник В.Б. Фізика діелектриків. – Львів : Вид. ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 336 с. 6. Капустяник В. Б. Багатофункціональні матеріали на основі фероїків / В. Б. Капустяник, Ю. В. Чорній – Кишинів: Globe Edit, 2022. – 202,

	<p>ISBN 978-620-0-63562-4.</p> <p>Допоміжна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В.Б. Капустяник. Фізика фероїків з органічним катіоном. - Л.: Вид. центр ЛНУ ім. І.Франка.-2006.- 439 с. 2. В. Капустяник, В. Мокрий. Оптико-спектральні методи в науково-технічній експертизі. Практикум.-Л.:Вид. центр ЛНУ ім. І.Франка.-2004.-207 с. 3. Kapustianyk V. Manifestation of the ferroelastoelectric phase transition in the absorption spectra of $(\text{NH}_4)_2\text{CuCl}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ crystals / V. Kapustianyk, S. Semak, Yu. Chornii, O. Bovgyra, M. Kovalenko // Physica B: Condensed Matter. – 2022. – V. 639. – P. 413929 (10 pp.). https://doi.org/10.1016/j.physb.2022.413929. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eric Weisstein’s World of Physics http://scienceworld.wolfram.com/physics/ 2. Wikipedia. http://www.wikipedia.org 3. http://www.lbl.gov/abc/Contents.html#experiment
Тривалість курсу	1 семестр
Обсяг курсу	150 годин, з яких 48 годин аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 32 годин лабораторних занять, та 102 години самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>В результаті вивчення цього курсу здобувач має оволодіти такими компетентностями:</p> <p>Загальні компетентності (ЗК):</p> <p>ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК 2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК 3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>ЗК 4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК 6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК 7. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК 8. Навички міжособистісної взаємодії.</p> <p>ЗК 9. Здатність працювати автономно.</p> <p>ЗК 10. Навики здійснення безпечної діяльності.</p> <p>ЗК 11. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК 12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>Спеціальні (фахові) компетентності (СК):</p> <p>СК 1. Здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.</p> <p>СК 2. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для проведення наукового дослідження або науково-технічної розробки (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше).</p> <p>СК 3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти.</p> <p>СК 4. Здатність відповідно до поставленої задачі виконувати науково-технічні розробки в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.</p> <p>СК 5. Здатність самостійно опановувати нову апаратуру та технології, в</p>

	<p>тому числі із суміжних галузей, для розв'язання виробничих задач. Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:</p> <p>ПРН 1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики та наноматеріалів, інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.</p> <p>ПРН 2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.</p> <p>ПРН 3. Вміти обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при здійсненні професійної діяльності.</p> <p>ПРН 4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.</p> <p>ПРН 5. Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.</p> <p>ПРН 6. Коректно формулювати професійні висновки, апробувати їх та доносити до аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.</p> <p>ПРН 8. Вміти використовувати сучасну фізичну апаратуру та обладнання, оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії.</p>
Ключові слова	Прикладна спектроскопія, молекулярні спектри, комбінаційне розсіювання світла, спектрометр, спектральний аналіз, атомно-абсорбційний аналіз
Формат курсу	Очний: проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у таблицях нижче
Підсумковий контроль, форма	Іспит у 2 семестрі
Пререквізити	Вивчення дисципліни «Прикладної спектроскопії» ґрунтується на знаннях студентів, одержаних при вивченні загальних та спеціальних дисциплін: «Електрика і магнетизм», «Молекулярна фізика», «Оптика», «Атомна і ядерна фізика», «Квантова механіка», «Фізика твердого тіла», «Фізика і техніка низьких температур», «Програмування і математичне моделювання», «Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Прикладні проблеми фізики низьких температур», «Фізичні основи комп'ютерних систем», а також низки дисциплін вільного вибору, в яких розглядаються проблеми, пов'язані з прикладною спектроскопією.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Використовуються такі методи навчання: а) словесні – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання лабораторних робіт; б) наочні – ілюстрування лекційного матеріалу презентаціями, які включають в себе таблиці, схеми та графіки; в) лабораторні – виконання лабораторних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних об'єктів.
Необхідне обладнання	Персональні комп'ютери, операційні системи (Windows, Linux), програмний пакет для обробки даних абсорбційних спектрів "CrysTool", створений на кафедрі фізики твердого тіла, загальнонавчальні комп'ютерні програми, зокрема, програмне забезпечення для обробки та візуалізації результатів вимірювань (MS

	Office 365 Excel, корпоративна ліцензія ЛНУ імені Івана Франка), комп'ютерний проектор, лабораторне обладнання: комп'ютеризовані установки для вимірювання абсорбційних спектрів та спектрів фото- і рентгенолюмінесценції, спектрометр AvaSpec з ПЗЗ детектором – 2048L.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (контрольні роботи і колоквиум за двома змістовими модулями, $2 \times 5 = 10$ балів), оцінку відповідей та роботи на лабораторних заняттях ($8 \times 5 = 40$ балів) — разом за семестр 50 балів; іспит — складається з теоретичної частини ($20 \times 2 = 40$ балів) і перевірки практичних знань (10 балів) — разом 50 балів. Сумарна оцінка — 100 балів.</p> <p>Академічна доброчесність здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані на лабораторних заняттях та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</p>
Питання до екзамену	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про види спектрального аналізу. Основні визначення. 2. Характерні особливості та можливості спектрального аналізу. 3. Області використання спектрального аналізу. Застосування спектрального аналізу в астрофізиці. 4. Теоретичні основи спектрального аналізу. Лінійчасті атомні спектри. Хвильові властивості електронів, квантові числа. 5. Періодична система елементів і атомні спектри. 6. Типи спектрів. 7. Принципова схема спектральних приладів. 8. Основні характеристики спектральних приладів. 9. Класифікація спектральних приладів. 10. Основні типи спектрометрів. Основні вимоги до фотоелектричних спектральних приладів. 11. Методика дослідження спектрів поглинання конденсованих речовин у видимій та УФ областях. 12. Особливості оптичної електронної спектроскопії речовин в

	<p>конденсованому стані.</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Деякі аспекти теорії кристалічного поля. 14. Форма електронних орбіталей для різних електронних станів. 15. Внутрішньоіонні переходи. 16. Спектри перенесення заряду. 17. Моделі, що описують форму і поведінку краю поглинання. 18. Енергетичні рівні іонів перехідних металів. 19. Діаграми Сугано-Танабе. Енергетичні рівні в лазерних кристалах. 20. Прості хромофорні групи. Стереохімія. 21. Форма та інтенсивність спектральних смуг. 22. Термохромний ефект. Термохромні матеріали. 23. Фізичні основи люмінесценції. Центри свічення. 24. Види люмінесценції. Флуоресценція. Фосфоресценція. 25. Інформація, яку можна отримати зі спектрів люмінесценції. 26. Параметри люмінесценції. Спектри збудження. 27. Екситонна люмінесценція. 28. Екситони в наноструктурах. 29. Застосування люмінесценції і споріднених явищ в оптоелектроніці. 30. Походження молекулярних спектрів. 31. Спектроскопія КРС і резонансна КР спектроскопія. 32. Коливання багатоатомної молекули. Типи коливань. 33. ІЧ спектроскопія. Особливості експериментального дослідження ІЧ спектрів твердих тіл і розчинів. 34. Методика вимірювання спектрів КРС. Геометрія експерименту. 35. Метод групових частот. Характеристичні коливні частоти функціональних груп. 36. Особливості коливної спектроскопії монокристалів. Фактор-груповий аналіз.
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу «Прикладна спектроскопія»

Тиж-день	Назва теми	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1-3	Тема 1. Теоретичні основи спектрального аналізу. Загальні положення	лекції – 4 год, самостійна робота – 10 год.	Базова: 1,2,3 Допоміжна: 2	3 тижні
3-5	Тема 2. Загальна характеристика і класифікація спектральних приладів	лекції – 3 год, самостійна робота – 10 год.	Базова: 1,2,3 Допоміжна: 2	2 тижні
6-9	Тема 3. Абсорбційна спектроскопія речовин в конденсованому стані	лекції – 4 год, самостійна робота – 10 год.	Базова: 1,2,3,5 Допоміжна: 2, 3	4 тижні
10-12	Тема 4. Спектри люмінесценції речовин в конденсованому стані	лекції – 3 год, самостійна робота – 5 год.	Базова: 1,6 Допоміжна: 2	3 тижні
13-16	Тема 5. Молекулярна спектроскопія	лекції – 4 год, самостійна робота – 5 год.	Базова: 4, 6 Допоміжна: 1, 2	4 тижні

Таблиця 2

Теми лабораторних занять

Тиж-день	Назва теми	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Вступне заняття.	лаборатор. заняття – 2 год	1 тиждень
2	Оцифрування спектрів із застосуванням програмного пакету «Get Data».	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год.	1 тиждень
3,4	Отримання і апроксимація спектрів поглинання сполук з мідним хромофором.	лаборатор. заняття – 4 год, самостійна робота – 9 год.	2 тижні
5, 6	Отримання та комп'ютерний аналіз похідних спектрів.	лаборатор. заняття – 4 год, самостійна робота – 9 год.	2 тижні
7, 8	Розрахунок параметрів електронної структури кристалів.	лаборатор. заняття – 4 год, самостійна робота – 9 год.	2 тижні
9, 10	Дослідження термохромного ефекту в комплексних сполуках.	лаборатор. заняття – 4 год, самостійна робота – 9 год.	2 тижні
11, 12	Використання спектроскопії КРС для дослідження структури монокристалів.	лаборатор. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.	2 тижні
13	Комп'ютерна обробка складних коливних спектрів.	лаборатор. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год.	1 тиждень
14, 15	Вивчення екситонних спектрів збудження і фотолюмінесценції широкозонних напівпровідників.	лаборатор. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.	2 тижні
16	Заключне заняття.	лаборатор. заняття – 2 год.	1 тиждень