



ФІЗИКА МАГНІТНИХ ЯВИЩ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>Е Природничі науки, математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>Е5 Фізика і астрономія</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-професійна програма «Моделювання фізичних процесів»</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний</i>
Розклад занять	<i>Розклад занять викладено на сторінці http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор фізико-математичних наук, професор Горобець Оксана Юріївна, листування із студентами з організаційних питань буде здійснюватися через WhatsApp чат дисципліни Практичні заняття: доктор фізико-математичних наук, професор Горобець Оксана Юріївна, листування із студентами з організаційних питань буде здійснюватися через WhatsApp чат дисципліни</i>
Розміщення курсу	<i>На платформі дистанційного навчання Google Клас за посиланням https://classroom.google.com/c/NDQzODExNTgzOTQy?cjc=lsxzy2n, код класу lsxzy2n, посмійне посилання на Google Meet https://meet.google.com/jao-fbpj-snt</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей.

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*
- ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.*
- ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*
- ЗК4. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.*
- ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.*
- ЗК7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.*

Фахові компетентності спеціальності:

- ФК1. Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.*
- ФК2. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та/або астрономії.*
- ФК5. Здатність сприймати ново здобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними.*

ФК9. Здатність самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

Основні завдання кредитного модуля:

*Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати наступні **результати навчання**:*

ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

ПРН02. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

ПРН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.

ПРН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики та/або астрономії, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи з колегами.

ПРН10. Відшуковувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та/або астрономії, використовуючи різні джерела.

ПРН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.

ПРН13. Створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі природних об'єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.

ПРН15. Планувати наукові дослідження з урахуванням цілей та обмежень, обирати ефективні методи дослідження, робити обґрунтовані висновки за результатами дослідження.

ПРН16. Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та/або теоретичних досліджень в області фізики та астрономії.

ПРН18. Вміти використовувати набуті знання для розв'язання різних задач з фізики та астрономії.

ПРН19. Вміти моделювати фізичні і не тільки процеси та явища, що виникають в навколишньому світі.

ПРН20. Вміти створювати та досліджувати різні фізичні теорії за допомогою моделювання фізичних та астрономічних процесів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Кредитний модуль «Фізика магнітних явищ» відноситься до дисципліни «Фізика магнітних явищ», яка належить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки, і вивчається студентами в 2-му семестрі навчання за напрямом «фізика». Цей кредитний модуль спрямований на формування у студентів базових понять, вмінь та навичок стосовно курсу фізики магнітних явищ. Вивчення даного кредитного модуля базується на курсах «Механіка», «Молекулярна фізика», «Електрика та магнетизм», «Класична механіка», «Математичний аналіз» та ін. Знання, отримані студентами з курсу електродинаміки, використовуються в курсах «Вступ до фізики твердого тіла», «Основи квантової теорії поля» та ін.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять			
	Всього	Лекції	Практичні заняття	СРС
Семестр 2				
Розділ 1. Основні поняття фізики магнетизму.				
Тема 1.1. Історія розвитку уявлень про магнетизм.	3,75	0,5	0,25	3
Тема 1.2. Спіновий магнітний момент електрона, протона, нейтрона.	3,75	0,5	0,25	3
Тема 1.3. Орбітальний та спіновий магнетизм оболонки багатоелектронних атомів.	3,75	0,5	0,25	3
Тема 1.4. Атом в магнітному полі.	3,75	0,5	0,25	3
Тема 1.5. Спін ядра і надтонка структура спектральних ліній.	3,75	0,5	0,25	3
Тема 1.6. Ефект Зеемана для надтонкої структури.	3,75	0,5	0,25	3
Тема 1.7. Ядерний магнітний резонанс.	4,5	1	0,5	3
Тема 1.8. Електронний парамагнітний резонанс.	4,5	1	0,5	3
Тема 1.9. Крива намагнічування ідеального газу парамагнітних молекул.	4,5	1	0,5	3
Тема 1.10. Магнітні властивості речовин	4,5	1	0,5	3
Разом за розділом 1	40,5	7	3,5	30
Розділ 2. Магнітне впорядкування.				
Тема 2.1. Обмінна взаємодія.	6	2	1	3
Тема 2.2. Магнітодипольна взаємодія.	6	2	1	3
Тема 2.3. Спін-орбітальна взаємодія.	6	2	1	3
Тема 2.4. Енергія магнітної анізотропії.	5,5	2	0,5	3
Тема 2.5. Зееманівська енергія.	4,5	1	0,5	3
Тема 2.6. Повна енергія феромагнетика.	7,5	2	0,5	5
Тема 2.7. Основні стани одноосьового феромагнетика. Феромагнітні домени, причини їх появи.	6	2	1	3
Тема 2.8. Антиферомагнетизм. Повна енергія антиферомагнетика.	6	2	1	3
Тема 2.9. Основні стани одноосьового антиферомагнетика.	6	2	1	3
Разом за розділом 2	53,5	17	7,5	29
Розділ 3. Динаміка намагніченості.				
Тема 3.1. Рівняння Ландау-Ліфшиця. Лінеаризоване рівняння Ландау-Ліфшиця.	8	2	1	5
Тема 3.2. Тензор високочастотної магнітної сприйнятливості феромагнетика. Закон дисперсії спінових хвиль.	8	2	1	5
Тема 3.3. Однорідний феромагнітний резонанс.	7	2	1	4
Разом за розділом 3	23	6	3	14
Тестування. Підготовка до екзамену.	33			33
Разом	150	30	14	106

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова: [1-5]

Додаткова: [6-21]

- [1] Recent Developments in Electron Paramagnetic Resonance for Spectroscopic Applications, Biointerface Res. Appl. Chem. 13 (2022) 45. <https://doi.org/10.33263/BRIAC131.045>.
- [2] Y. Wei, C. Yang, H. Jiang, Q. Li, F. Che, S. Wan, S. Yao, F. Gao, T. Zhang, J. Wang, B. Song, Multi-nuclear magnetic resonance spectroscopy: state of the art and future directions, Insights Imaging. 13 (2022) 135. <https://doi.org/10.1186/s13244-022-01262-z>.
- [3] G. Venkat, D.A. Allwood, T.J. Hayward, Magnetic domain walls: types, processes and applications, J. Phys. D. Appl. Phys. 57 (2024) 063001. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ad0568>.
- [4] P. Pirro, V.I. Vasyuchka, A.A. Serga, B. Hillebrands, Advances in coherent magnonics, Nat. Rev. Mater. 6 (2021) 1114–1135. <https://doi.org/10.1038/s41578-021-00332-w>.
- [5] О.Ю. Горобець, С.В. Горобець, К.Ю. Хахно, Мова python: для інженерних та наукових задач, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2024.
- [6] A. I. Akhiezer, V. G. Bar'yakhtar, and S. V. Peletminskii, Spin Waves, North-Holl (Amsterdam, 1968).
- [7] S. M. Rezende, Fundamentals of Magnonics, Vol. 969 (Springer International Publishing, Cham, 2020).
- [8] S. M. Rezende, A. Azevedo, and R. L. Rodríguez-Suárez, Introduction to Antiferromagnetic Magnons, J. Appl. Phys. 126, 151101 (2019).
- [9] D. D. Stancil and A. Prabhakar, Spin Waves (Springer US, Boston, MA, 2009).
- [10] Y. Li, W. Zhang, V. Tyberkevych, W.-K. Kwok, A. Hoffmann, and V. Novosad, Hybrid Magnonics: Physics, Circuits, and Applications for Coherent Information Processing, J. Appl. Phys. 128, 130902 (2020).
- [11] P. Bertrand, Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy (Springer International Publishing, Cham, 2020).
- [12] A. S. Borovik-Romanov, Spin Waves and Magnetic Excitations (NORTH-HOLLAND, AMSTERDAM, OXFORD, NEW YORK, TOKYO, 1988).
- [13] A. Hubert, Magnetic Domains: The Analysis of Magnetic Microstructures (Springer Berlin Heidelberg, New York, 2009).
- [14] S. Viola Kusminskiy, Quantum Magnetism, Spin Waves, and Optical Cavities (Springer International Publishing, Cham, 2019).
- [15] A. P. Malozemoff and J. C. Slonczewski, Magnetic Domain Walls in Bubble Materials (ACADEMIC PRESS, New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, 1979).
- [16] O. Yalcin, Ferromagnetic Resonance - Theory and Applications (InTech, 2013).
- [17] M. G. Cottam, Linear and Nonlinear Spin Waves in Magnetic Films and Superlattices (WORLD SCIENTIFIC, 1994).
- [18] S. O. Demokritov and A. N. Slavin, Magnonics, Vol. 125 (Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013).
- [19] S. O. Demokritov, Spin Wave Confinement (Jenny Stanford Publishing, 2017).
- [20] G. Gubbiotti, Three-Dimensional Magnonics (Jenny Stanford Publishing, 2019).
- [21] M. H. Levitt, Spin Dynamics: Basics of Nuclear Magnetic Resonance, Vol. 40 (2002).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Розділ 1, тема 1.1, тема 1.2.

	<i>Лекція 1. Історія розвитку уявлень про магнетизм. Спіновий магнітний момент електрона, протона, нейтрона.</i>
2.	<i>Розділ 1, тема 1.3, тема 1.4. Лекція 2. Орбітальний та спіновий магнетизм оболонки багатоелектронних атомів. Атом в магнітному полі.</i>
3.	<i>Розділ 1, тема 1.5, тема 1.6, тема 1.7, тема 1.10. Лекція 3. Спін ядра і надтонка структура спектральних ліній. Ефект Зеемана для надтонкої структури. Ядерний магнітний резонанс. Магнітні властивості речовин.</i>
4.	<i>Розділ 1, тема 1.8. Лекція 4. Електронний парамагнітний резонанс.</i>
5.	<i>Розділ 1, тема 1.9. Лекція 5. Крива намагнічування ідеального газу парамагнітних молекул.</i>
6.	<i>Розділ 2, тема 2.1. Лекція 6. Обмінна взаємодія.</i>
7.	<i>Розділ 2, тема 2.2. Лекція 7. Диполь-дипольна взаємодія.</i>
8.	<i>Розділ 2, тема 2.3, тема 2.5. Лекція 8. Спін-орбітальна взаємодія. Зееманівська енергія.</i>
9.	<i>Розділ 2, тема 2.4, тема 2.6. Лекція 9. Енергія магнітної анізотропії. Повна енергія феромагнетика.</i>
10.	<i>Розділ 2, тема 2.7. Лекція 10. Основні стани одноосьового феромагнетика. Феромагнітні домени, причини їх появи.</i>
11.	<i>Розділ 2, тема 2.8. Лекція 11. Антиферомагнетизм. Повна енергія антиферомагнетика.</i>
12.	<i>Розділ 2, тема 2.9. Лекція 12. Основні стани одноосьового антиферомагнетика.</i>
13.	<i>Розділ 3, тема 3.1. Лекція 13. Рівняння Ландау-Ліфшиця. Лінеаризоване рівняння Ландау-Ліфшиця.</i>
14.	<i>Розділ 3, тема 3.2. Лекція 14. Тензор високочастотної магнітної сприйнятливості феромагнетика. Закон дисперсії спінових хвиль.</i>
15.	<i>Розділ 3, тема 3.3. Лекція 15. Однорідний феромагнітний резонанс.</i>

6. Практичні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<i>Практичне заняття 1. Розділ 1, тема 1.1, тема 1.2, тема 1.3. Історія розвитку уявлень про магнетизм. Спіновий магнітний момент електрона, протона, нейтрона. Орбітальний та спіновий магнетизм оболонки багатоелектронних атомів.</i>
2.	<i>Практичне заняття 2. Розділ 1, тема 1.4, тема 1.5, тема 1.6, тема 1.7, тема 1.8, тема 1.10. Атом в магнітному полі. Спін ядра і надтонка структура спектральних ліній. Ефект Зеемана для надтонкої структури. Ядерний магнітний резонанс. Магнітні властивості речовин. Електронний парамагнітний резонанс.</i>

3.	Практичне заняття 3. Розділ 1, тема 1.9. Крива намагнічування ідеального газу парамагнітних молекул. Розділ 2, тема 2.1. Обмінна взаємодія.
4.	Практичне заняття 4. Розділ 2, тема 2.2, тема 2.3, тема 2.5. Диполь-дипольна взаємодія. Спін-орбітальна взаємодія. Зееманівська енергія.
5.	Практичне заняття 5. Розділ 2, тема 2.4, тема 2.6. Енергія магнітної анізотропії. Повна енергія феромагнетика.
6.	Практичне заняття 6. Розділ 2, тема 2.7, тема 2.8, тема 2.9. Основні стани одноосового феромагнетика. Феромагнітні домени, причини їх появи. Антиферомагнетизм. Повна енергія антиферомагнетика. Основні стани одноосового антиферомагнетика.
7.	Практичне заняття 7. Розділ 3, тема 3.1, тема 3.2, тема 3.3. Рівняння Ландау-Ліфшиця. Лінеаризоване рівняння Ландау-Ліфшиця. Тензор високочастотної магнітної сприйнятливості феромагнетика. Закон дисперсії спінових хвиль. Однорідний феромагнітний резонанс.

7. Самостійна робота студента

	Тема СРС
1.	Розділ 1, тема 1.1, тема 1.2. СРС 1. Історія розвитку уявлень про магнетизм. Спіновий магнітний момент електрона, протона, нейтрона.
2.	Розділ 1, тема 1.3. СРС 2. Орбітальний та спіновий магнетизм оболонки багатоелектронних атомів.
3.	Розділ 1, тема 1.4. СРС 3. Атом в магнітному полі.
4.	Розділ 1, тема 1.5, тема 1.6. СРС 4. Спін ядра і надтонка структура спектральних ліній. Ефект Зеемана для надтонкої структури.
5.	Розділ 1, тема 1.7, тема 1.10. СРС 5. Ядерний магнітний резонанс. Магнітні властивості речовин.
6.	Розділ 1, тема 1.8. СРС 6. Електронний парамагнітний резонанс.
7.	Розділ 1, тема 1.9. СРС 7. Крива намагнічування ідеального газу парамагнітних молекул.
8.	Розділ 2, тема 2.1. СРС 8. Обмінна взаємодія.
9.	Розділ 2, тема 2.2. СРС 9. Диполь-дипольна взаємодія.
10.	Розділ 2, тема 2.3, тема 2.5. СРС 10. Спін-орбітальна взаємодія. Зееманівська енергія.
11.	Розділ 2, тема 2.4. СРС 11. Енергія магнітної анізотропії.
12.	Розділ 2, тема 2.6.

	<i>СРС 12. Повна енергія феромагнетика.</i>
13.	<i>Розділ 2, тема 2.7. СРС 13. Основні стани одноосьового феромагнетика. Феромагнітні домени, причини їх появи.</i>
14.	<i>Розділ 2, тема 2.8. СРС 14. Антиферомагнетизм. Повна енергія антиферомагнетика.</i>
15.	<i>Розділ 2, тема 2.9. СРС 15. Основні стани одноосьового антиферомагнетика.</i>
16.	<i>Розділ 3, тема 3.1. СРС 16. Рівняння Ландау-Ліфшиця. Лінеаризоване рівняння Ландау-Ліфшиця.</i>
17.	<i>Розділ 3, тема 3.2. СРС 17. Тензор високочастотної магнітної сприйнятливості феромагнетика. Закон дисперсії спінових хвиль.</i>
18.	<i>Розділ 3, тема 3.3. СРС 18. Однорідний феромагнітний резонанс.</i>
19.	<i>Тестування виконання СРС з розділів 1-3.</i>

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять (згідно розкладу і згідно загально-університетського розпорядку);
- правила поведінки на заняттях (активність на практичних заняттях є обов'язковою, бали за активність на практичних заняттях не ставляться, відключення телефонів є обов'язковим);
- правила захисту індивідуальних завдань (тестування <https://classroom.google.com/c/NDQzODExNTQzOTQy?cjc=lsxzy2n>);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів (штрафні бали не призначаються, заохочувальні бали призначаються суворо згідно підрозділу 8 цього силабусу);
- політика дедлайнів та перескладань (згідно загально-університетського розпорядку);
- політика щодо академічної доброчесності (згідно загально-університетського розпорядку);
- Студент зобов'язаний зареєструватися на платформі дистанційного навчання Google Workspace for Education Fundamentals (в минулому G Suit For Education) на домені @LLL.kpi.ua та приєднатися до Google Класу «Фізика магнітних явищ» за посиланням <https://classroom.google.com/c/NDQzODExNTQzOTQy?cjc=lsxzy2n>. Для цього студенту необхідно спочатку отримати акаунт в Google Workspace for Education Fundamentals на домені @LLL.kpi.ua. Для отримання акаунта в Google Workspace for Education Fundamentals на домені @LLL.kpi.ua необхідно заповнити Google Форму: https://sikorsky-distance.kpi.ua/req_gsuite/ . Після реєстрації та модерації заявки студента, адміністратор надішле студенту на пошту пароль та логін до акаунту, з яким студент зможе використовувати всі доступні інструменти та сервіси Google Workspace for Education Fundamentals. Google Workspace for Education Fundamentals – це пакет спеціалізованого хмарного програмного забезпечення, інструментів для спільної роботи та дистанційного навчання від компанії Google. Основна складова пакету – система управління навчанням Google Клас, яка дозволяє викладачу створювати навчальні класи, оцінювати завдання, надавати учням зворотній зв'язок, публікувати оголошення і поширювати навчальні матеріали. Викладач може бачити, хто виконав завдання, а хто ще продовжує над ним працювати, а також читати питання і коментарі учнів. Для

приєднання до навчального курсу «Фізика магнітних явищ» студенту потрібно перейти у Google Клас за посиланням <https://classroom.google.com>, натиснути зображення «+» у верхньому правому кутку браузера, вибрати «Приєднатися до класу» та ввести код курсу Isxzy2n. Акаунти студентів, які приєдналися до Google Класу не з акаунта на домені @LLL.kpi.ua, будуть вилучатися з навчального курсу «Фізика магнітних явищ» Google Класу тому, що автоматичний імпорт оцінок за тестування можливий виключно з акаунта на домені @LLL.kpi.ua. Система Google Клас автоматично надсилає кожному студенту бали по кожному з видів контролю на електронну пошту. Тому для ознайомлення з балами за кожен окремий вид контролю студенту необхідно змінити налаштування електронної пошти так, щоб ці електронні листи не потрапляли у спам. Всі виконані завдання для перевірки викладачем студент повинен завантажувати через систему Google Клас (результати виконання завдань, надіслані через телеграм канал перевірятися не будуть);

- Листування із студентами з організаційних питань буде здійснюватися через WhatsApp чат дисципліни.

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: тести

Календарний контроль: контроль виконання самостійної роботи проводиться двічі на семестр у формі тестів як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні заняття	СРС	Семестр атест.
2	5	150	30	14	106	Екзамен

Рейтинг студентів 2 курсу магістратури ФМФ з «Фізики магнітних явищ» складається з балів, які вони отримують за:

- 1) практичні заняття
- 2) МКР
- 3) ДКР
- 4) СРС
- 5) додаткові бали за активність на практичних заняттях (10 балів максимум)
- 6) екзамен.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання.

Студентам, які успішно виконують СРС (самостійна робота студентів), можуть нараховуватися за семестр максимум 50 балів. СРС полягає у самостійній роботі із вивчення лекційного матеріалу. Перевірка виконання СРС та вміння розв'язувати задачі на практичних заняттях, а також ДКР та МКР здійснюватиметься оцінюванням результатів тестування на платформі дистанційного навчання Google Workspace for Education Fundamentals на домені @LLL.kpi.ua в системі Google Клас за посиланням <https://classroom.google.com/c/NDQzODExNTgzOTQy?cjc=Isxzy2n>. Кожен з тестів можливо пройти тільки один раз. Рейтингові (вагові) бали занять і рейтингові оцінки по всіх видах контролю в Google Класі дорівнюють відповідним балам в Силабусі з коефіцієнтом 10 для зручності розрахунку балів (щоб не використовувати дробові числа). Відповідно перед кожною атестацією, а також в кінці семестру всі набрані студентом бали в Google Класі будуть ділитися на 10 і вноситись до системи АІС «Електронний кампус» КПІ імені Ігоря Сікорського.

Необхідною умовою допуску до екзамену з «Фізики магнітних явищ» є задовільне виконання СРС (не менше 20 балів).

Екзаменаційна робота з «Фізики магнітних явищ» складається з 2 питань (2 теоретичних питання), кожне теоретичне питання максимально оцінюється в 25 балів. Всього 50 балів.

Критерії оцінювання (до екзамену):

- Студент демонструє фрагментарні знання навчального матеріалу, не достатньо розуміючи зв'язок між окремими розділами програми, робить не достатньо обґрунтовані висновки (0-23 бали).
- Студент правильно відтворює навчальний матеріал, знає основоположні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок (24-40 балів)
- Студент добре володіє вивченим матеріалом, застосовує знання в стандартних ситуаціях, вміє аналізувати і систематизувати інформацію, використовує загальновідомі докази із самостійною і правильною аргументацією (41-45 балів)
- Студент має гнучкі знання в межах вимог навчальної програми, аргументовано використовує їх в різних ситуаціях, уміє знаходити інформацію та аналізувати її, ставити і розв'язувати проблеми (46-50 балів)

Сума вагових балів контрольних заходів з «Фізики магнітних явищ» протягом семестру складає:

$R_c = 50$ балів.

Екзаменаційна складова шкали **$R_E = 50$ балів.**

Рейтингова шкала з «Фізики магнітних явищ» складає **$R_D = R_c + R_E = 100$ балів.**

Для виставлення оцінок до залікової книжки рейтинг переводиться у оцінки відповідно до таблиці.

Студенти, які набрали протягом семестру стартовий рейтинг з дисципліни (r_c) менше 0,4 $R_c = 20$ балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з «Фізики магнітних явищ» і мають академічну заборгованість.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущено

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль наведено в тестах в системі дистанційного навчання Google Клас <https://classroom.google.com/c/NDQzODExNTgzOTgz?cjc=lsxzy2n> ;
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою не передбачена.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів, д.ф.-м.н., професором Горобець О.Ю.

Ухвалено кафедрою загальної фізики та моделювання фізичних процесів (протокол № 1/06-25 від 25.06.2025).

Погоджено Методичною комісією Фізико-математичного факультету (протокол № 10 від 27.06.2024).