

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Фізико-технічний факультет

**Кафедра фізики і хімії твердого тіла**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Фізпрактикум 2 (Молекулярна фізика)**

Освітня програма бакалавра

Спеціальність 104 Фізика та астрономія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 3 від 23 жовтня 2019 р.

м. Івано-Франківськ - 2019

## **ЗМІСТ**

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

| <b>1. Загальна інформація</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Назва дисципліни</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Фізпарктикум (молекулярна фізика)                                       |
| <b>Викладач (-і)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Горічок Ігор Володимирович                                              |
| <b>Контактний телефон викладача</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 59-60-82                                                                |
| <b>E-mail викладача</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | igor.gorichok@pnu.edu.ua                                                |
| <b>Формат дисципліни</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Очна                                                                    |
| <b>Обсяг дисципліни</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 кредитів                                                              |
| <b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a> |
| <b>Консультації</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Згідно з графіком консультацій                                          |
| <b>2. Анотація до курсу</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                         |
| <p>Нормативна дисципліна «Фізпрактикум» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» спеціальності «Фізика та астрономія». Дисципліна передбачає оволодіння основними законами фізики, формування практичних вмінь і навичок, постановку експериментального й дослідницького навчання.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                         |
| <b>3. Мета та цілі курсу</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                         |
| <p>Метою курсу є ознайомити студентів з методикою і технікою навчального фізичного експерименту, формування у них дослідницьких вмінь та навичок. оволодіння правилами техніки безпеки при проведенні фізичного експерименту, методикою та технікою проведення демонстраційного та лабораторного експериментів.</p> <p>уміння планувати експеримент, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план дослідження і визначати найкращі умови його проведення;</p> <p>уміння підготувати експеримент, тобто обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади;</p> <p>уміння вимірювати фізичні величини, користуючись різними вимірювальними приладами і мірами;</p> <p>уміння обробляти результати експерименту, готувати звіт про проведену роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;</p> <p>уміння інтерпретувати результати експерименту, описувати спостережувані явища і процеси, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведене дослідження, виходячи з поставленої мети</p> |                                                                         |
| <b>4. Результати навчання (компетентності)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                         |
| <b>4. Результати навчання (компетентності)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                         |
| <p><b><u>Інтегральна компетентність</u></b></p> <p>Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                         |
| <p><b><u>Загальні компетентності</u></b></p> <p>K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>K02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях.</p> <p>K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>K04. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p> <p>K07. Навички здійснення безпечної діяльності.</p> <p>K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>K09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.</p> <p>K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p>K11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.</p> <p>K12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                         |

K13. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

K14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

K15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

K16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, вміння застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури;

K17. Здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної та науково-технічної інформації, робити усні та письмові звіти, популяризувати сучасні фізичні концепції серед нефахівців.

### **Спеціальні (фахові) компетентності**

K18. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K19. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K20. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K21. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

K22. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

K23. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

K24. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

K25. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

K26. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K27. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K28. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

K29. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

K30. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

K31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

K32. Здатність застосовувати основні фізичні теорії і методи теоретичної фізики для опису фізичних законів і конкретних фізичних явищ.

K33. Здатність застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.

K34. Здатність сучасних уявлень про основні теоретичні чи експериментальні методи

проведення наукового дослідження фізичних об'єктів та технологічного процесу їхнього створення.

К35. Здатність визначати оптимальні умови виконання експерименту для досягнення поставленої фізичної мети і формулювати технічні вимоги до компонентів експериментальної методики.

К36. Здатність приймати участь в розробці нових методів і методичних підходів в науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності.

К37. Здатність використовувати знання іноземної мови для вивчення наукової фізичної літератури та у професійному спілкуванні з іноземними колегами.

#### **Очікувані програмні результати навчання**

ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР07. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

ПР09. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

ПР13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

ПР24. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.

### **5. Організація навчання курсу**

#### **Обсяг курсу**

| Вид заняття                                          | Загальна кількість годин |
|------------------------------------------------------|--------------------------|
| лекції                                               |                          |
| семінарські заняття / практичні                      |                          |
| лабораторні заняття                                  | 30                       |
| самостійна робота (виконання індивідуальних завдань) | 60                       |

#### **Ознаки курсу**

| Семестр | Спеціальність               | Курс<br>(рік навчання) | Нормативний /<br>вибірковий                                            |
|---------|-----------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 2       | 104 Фізика та<br>астрономія | 1                      | Вибіркова<br>дисципліни<br>(дисципліна<br>вільного вибору<br>студента) |

#### **Тематика курсу**

| Тема, план                                                 | Форма<br>заняття      | Література                     | Завдання,<br>год                      | Вага<br>оцінки | Термін<br>виконання |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Тема 1.</b> Визначення розмірів молекул рицинової олії. | Лабораторна<br>робота | Згідно<br>списку<br>літератури | Звіт та<br>захист<br>роботи<br>2 год, | 1-10<br>балів, | Згідно<br>розкладу  |
| <b>Тема 2.</b> Перевірка основних та проміжних точок       | Лабораторна<br>робота | Згідно<br>списку<br>літератури | Звіт та<br>захист<br>роботи           | 1-10<br>балів, | Згідно<br>розкладу  |

|                                                                                                        |                    |                          |                              |             |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|-------------|-----------------|
| ртутного термометра.                                                                                   |                    |                          | 2 год,                       |             |                 |
| <b>Тема 3.</b> Визначення середньої довжини вільного пробігу та ефективного діаметру молекул повітря.  | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 4.</b> Визначення в'язкості рідин методом Стокса.                                              | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 5.</b> Відзначення коефіцієнта динамічної в'язкості повітря.                                   | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 6.</b> Визначення відношення теплоємностей газу методом Клемана-Дезорма.                       | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 7.</b> Визначення критичної температури етилового спирту.                                      | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 8.</b> Визначення вологості повітря. Гігрометри та психрометри.                                | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 9.</b> Зміна ентропії в реальних системах.                                                     | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 10.</b> Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідин методом Ребіндера.                    | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 11 .</b> Визначення питомої теплоємності рідин електрокалориметром.                            | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 12.</b> Фазовий перехід першого роду на прикладі переходу води в пару при температурі кипіння. | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 13.</b> Визначення коефіцієнта об'ємного розширення рідин                                      | Лабораторна робота | Згідно списку літератури | Звіт та захист роботи        | 1-10 балів, | Згідно розкладу |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------|
| методом Дюлонга і Пті та коефіцієнта лінійного розширення твердих тіл методом Менделєєва.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 год,                       |             |                 |
| <b>Тема 14.</b> Вивчення кристалізації твердих тіл методом кривої охолодження.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Лабораторна робота | Згідно списку літератури                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, | Згідно розкладу |
| <b>Тема 15.</b> Визначення питомої теплоємності металів методом охолодження.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Лабораторна робота | Згідно списку літератури                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Звіт та захист роботи 2 год, | 1-10 балів, |                 |
| <b>6. Система оцінювання курсу</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
| Загальна система оцінювання курсу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    | Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (залік). Поточний контроль передбачає оцінювання лабораторних робіт студентів. Підсумковий контроль здійснюється на основі накопичених балів протягом семестру в семестру в процесі поточного контролю. |                              |             |                 |
| Вимоги до письмової роботи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    | Звіт по лабораторних роботах включає зазначення мети та завдання лабораторної роботи, вихідні дані, основні розрахункові формули, оформлені у вигляді таблиць. Виконання звіту закінчується висновком, який є коротким підсумком лабораторної роботи.                                                                                                     |                              |             |                 |
| Семінарські заняття                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                              |             |                 |
| Умови допуску до підсумкового контролю                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    | Студент допускається до підсумкового контролю за наявності звітів до лабораторних робіт.                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              |             |                 |
| <b>7. Політика курсу</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
| <p>Проводяться запропонована кількість лабораторних робіт, які передбачають самопідготовку, виконання роботи в лабораторії, написання інструкції, обчислення вимірних результатів та усний захист. При оцінювання курсу враховуються бали набрані при поточному контролі. Оцінка за кожну роботу виставляється як середнє арифметичне трьох оцінок: оцінки за підготовку (наявність інструкції), проведення (наявність обчислень) та захист (усна відповідь). До підсумкового контролю допускаються студенти при наявності звітів всіх робіт. Підсумковий контроль передбачає письмову відповідь на вибіркові питання до лабораторних робіт.</p> <p>Не допускаються пропуски лабораторних робіт. Якщо студент пропустив лабораторну роботу з поважних причин, які підтверджені документально, то він має право на її відробку з дозволу завідувача кафедри (за заявою).</p> |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
| <b>1. Рекомендована література</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
| 2. Галушак М.О., Фреїк Д.М.. Курс фізики. Основи молекулярної фізики та термодинаміки. К. ІСДОУ, 1993. – 240 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
| 3. Фреїк Д.М., Лисак А.В., Чобанюк В.М. Молекулярна фізика. Термодинаміка. Фізичний практикум – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2012. – 115 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |
| 4. Прокопів В.В. Конспекти лекцій з молекулярної фізики. Навчальний посібник –                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |             |                 |

- Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2016. – 68 с.
5. Фреїк Д.М. Фізика. Молекулярна фізика і термодинаміка. Івано-Франківськ.: Плай, 2001 – 34 с.
  6. Фреїк Д.М., Никируй Л.І., Чобанюк В.М. Фізика твердого тіла. Лабораторний практикум. Т.1. Кристалічна структура: навчальний посібник – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2009. – 116.
  7. Фреїк Д.М., Прокопів В.В. Підготовка і оформлення курсової, бакалаврської, дипломної та магістерської робіт. Методичні вказівки – Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2009. – 36 с.
  8. Никируй Л.І. Математична обробка результатів фізичного експерименту: Навчально-методичний посібник. – Івано-Франківськ: Видавництво «Гостинець», 2010. – 58 с.
  9. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. Учеб. пособие.-М.: Высшая школа, 1981.
  10. Кикоин И.К. Молекулярная физика.-М.:Наука, 1976.
  11. Дутчак Я.Й., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. - К.: НМКВО, 1991.
  12. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учеб.пособие.-М.: Наука, 1976.
  13. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1.Механика, Молекулярная физика.-М.: Наука, 1977.
  14. Шебалин О.Д. Молекулярная физика.-М.: Высшая школа, 1978.
  15. Телеснин Р.В. Молекулярная физика.-М.: Высшая школа, 1973.
  16. Яворський В.М., Детлаф А.А., Мілковський Б. Курс фізики.Т.1.-К.:Вища школа, 1970.
  17. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А. Курс общей физики. Молекулярная физика.-М.: Просвещение, 1982.
  18. Орир Дж.. Физика.Т.1.-М.:Мир, 1981.
  19. Дущенко В.П. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика. - К.: НМКВО, 1991.
  - 20.

**Викладач \_\_\_\_\_ Горічок І.В.**