**Одеський національний університет імені І. І. Мечникова**

**Факультет математики, фізики та інформаційних технологій  
Кафедра фізики та астрономії**

**Силабус курсу**

**Фазові рівноваги та фазові переходи**

|  |  |
| --- | --- |
| Обсяг | 4 кредити, 120 год. |
| Семестр, рік навчання | 1 семестр, 1-й рік навчання |
| Дні, час, місце | За розкладом занять |
| Викладач (-і) | проф. Гоцульський В.Я. |
| Контактний телефон | 0679217313 |
| Е-mail | vygot@onu.edu.ua |
| Робоче місце | Пастера 42, каб.16, Пастера 27 лаб.48 |
| Консультації | Очні консультації: Середа, 13.00-15.00, Пастера 42 каб.16 |

**КОМУНІКАЦІЯ**

Комунікація зі студентами: E-mail: vygot@onu.edu.ua; viber 0679217313; Telegram 0509599353; телефон, очні зустрічі.

**АНОТАЦІЯ КУРСУ**

**Предмет вивчення:**Рівновага фаз, фазові переходи. Термодинамічний опис рівноважних фаз та фазових переходів. Поверхневі явища, методи визначення характеристик границі розділу фаз, застосування поверхневих явищ, Оптичні методи дослідження конденсованого стану речовини.

**Метою курсу є** підготовка фахівців, здатних розв’язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з дослідженням фізичних об’єктів і систем, процесів і явищ та їх технічними застосуваннями у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та передбачають застосування певних макроскопічних теорій і методів фізики та/або астрономії.

**Завданням дисципліни є** формування у студентів наступної системи компетентностей, що включають знання, розуміння, уміння та навички фізико-математичного моделювання й кількісного аналізу фізичних процесів у макроскопічних системах з використанням методи класичної теорії поля, теорії пружності та гідродинаміки. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні магістру в його майбутній професійній діяльності.

**Результати навчання** **забезпечують можливості:**

Вміти розв’язувати складні задачі і проблеми дослідницького та/або

інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

Знати та розуміти предметну область та розуміти професійну діяльність.

Вміти шукати, обробляти та аналізувати інформації з різних джерел. Вміти вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Вміти використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Вміти виявляти, ставити та вирішувати проблеми, використовувати, закони, та принципи,фізики, та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для, опису природних явищ.

Вміти сприймати новоздобуті знання,в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також 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.

Вміти формулювати нові гіпотези та наукові задачі в області фізики та астрономії, вибирати відповідні методи для їх розв’язання, беручи до уваги наявні ресурси.

**ОПИС КУРСУ**

# *Форми і методи навчання*

Курс буде викладений у формі лекцій (30 год.) та практичних занять (30 год.), організації самостійної роботи студентів (60 год.).

Під час викладання дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

***Зміст навчальної дисципліни***

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ. Гази ідеальні та реальні. Ізотерма Амага. Ізотерма Ван-дер-Ваальса, точка роси та точка кипіння, рівноважний стан, бінодаль. Рівняння опису реального газу. Критичний стан. Рівняння відповідних станів.

Тема 2. Термометрія. Термодинамічна фаза, агрегатні стани. Метастабільні стани, спінодаль. Правило фаз Гіббса, прикладні аспекти. Фазові діаграми однокомпонентних систем, поліморфізм, алотропія.

Тема 3.Рівновага фаз, фазові переходи. Термодинамічний опис рівноважних фаз та фазових переходів.Класифікація фазових переходів, ФП І, ІІ та n-го роду. Прихована теплота переходу. Рівняння Клаузіуса, рівняння Еренфеста.

Тема 4 Перехід молекул через границю розділу фаз, експериментальне визначення ймовірності такого переходу. Флуктаційна теорія фазових переходів.

Тема 5 Критичний стан однокомпонентної системи. Гравітаційний ефект. Калорометрія. Експериментальні методи дослідження критичного стану від опалесценції до спектроскопії теплових нейтронів.

Тема 6 Потрійна точка, лінія співіснування рідина-пара, рідкий стан класичних рідин, аргоноподібність, полярні рідини, потенціали межмолекулярної взаємодії, Н - зв’язки.

Тема 7 Класифікація рідинних системи та методи їх дослідження.

Тема 8 Мезофази, різновиди рідких кристалів, застосування та особливості

дослідження рідкокристалічного стану.

Змістовий модуль 2.

Тема 9 Поверхневі явища, методи визначення характеристик границі розділу фаз, застосування поверхневих явищ, поверхнево-активні речовини, адсорбція, абсорбція, адгезія та когезія.

Тема 10 Суміші та розчини. Концентрації, їх різновиди та особливості застосування. Фазові діаграми багатокомпонентних систем. Критичні точки

розчинів. Евтектика, азеотропні розчини. Закони Рауля та Генрі, ідеальні розчини. Кріоконстанта та ебулеоконстанта розчину, зв’язок з молекулярною

вагою молекул. Перегонка, очищення речовин та розділення компонентів розчинів.

Тема 11 Оптичні методи дослідження конденсованого стану речовини. Молекулярне розсіяння світла статичне та динамічне, висококогерентна фотоніка при дослідженні рівноважних та нерівноважних фаз. фотосенсибілізовані реакції, вплив світла на фазові переходи.

Тема 12 Волюметрія фаз, контракція, особливі точки фазових фазових діаграм водних розчинів спиртів.

Тема 13 Кристалічний та склоподібний стан. Критичний зародок нової фази, рівняня Боголюбопа-Борна-Гріна-Івона-Кірквуда (ББГКІ), кластери та клатрати, експериментальні методи дослідження швидкості фазового переходу, розподілу за розмірами кластерів та мікрокристалітів. Методи отримання монокристалів, їх застосування. Зонна плавка.

Тема 14 Полімери та полімерні розчини, методи їх дослідження. Дисперсні фази, поруваті фази, експериментальні методи дослідження характерних розмірів та об’ємів поруватих тіл.

Тема 15 Біополімери та біологічні розчини, кров як дисперсна система та рідка тканина. Нанофлюїди у техніці та медицині.

**Рекомендована література**

Основна

1. Л.А. Булавін, В.М. Сисоєв. Фізика фазових переходів. Київ:ВПЦ Київський університет, 2010.

2. Л.А. Булавін, Д.А. Гаврюшенко, В.М. Сисоєв. Молекулярна фізика, Київ: «Знання», 2007.

3. I. Prigogine. Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures. Wiley & Sons, Incorporated, 2014.

4. J. Honig, J. Spalek. A Primer to the Theory of Critical Phenomena. Elsevier Science, 2017.

5. S. Stishov. Phase Transitions for Beginners. World scientific, 2018.

6. B,Fultz. Phase Transitions in Materials . Cambridge University Press, 2020.

7. M. Gitterman. Phase Transitions: Modern Applications. World Scientific, 2014.

8. І.Р. Юхновський. Фазові перетворення другого роду. Київ: Наукова думка,

1985.

9. R. Solй. Phase Transitions. Princeton university press, 2011.

10. P. Papon, J. Leblond, P.H.E. Meijer. The Physics of Phase Transitions. Concepts and Applications. Springer Berlin, Heidelberg, 2006.

11. Желєзний В. П. Експериментальна теплофізика. Методи дослідження теплофізичних властивостей речовин: підручник / В. П. Желєзний, В. З. Геллер, Ю. В. Семенюк ; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Одеса : Фенікс, 2016. - 319, [ISBN 978-966-928-034-3]

Додаткова

1. Ю.І. Шиманський. Термодинамічна теорія критичних явищ рідина-пара. Київ, видавництво КУ, 1998.

2. Булавін Л. А.Нейтронна діагностика рідкого стану речовини: монографія / Л. А. Булавін ; НАН України, Ін-т проблем безпеки АЕС. - Чорнобиль (Київ. обл.) 2012.

3. M. V. Volkenstein, Molecular Biophysics. Academic Press, 2012.

4. H. Stanley. Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena (International Series of Monographs on Physics). Oxford University Press, 2020 (repr).

Електронні інформаційні ресурси

1. http://phys.onu.edu.ua

2. http://en.wikipedia.org/

**ОЦІНЮВАННЯ**

Навчальна дисципліна «Фазові рівноваги та фазові переходи» оцінюється за 100-бальною шкалою.

**Методи поточного контролю**:

У ході поточного контролю студент може отримати за кожну тему до 50 балів, які нараховуються таким чином:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Вид роботи | Форма контролю | Максималь не число балів |
| 1 | Відвідування занять | Конспект занять | 10 |
| 2 | Аудиторна активність  студента | Спостереження за  аудиторною роботою  студента | 10 |
| 3 | Виконання самостійної  роботи | Доповідь на практичних  заняттях, письмові та усні  відповіді | 30 |
|  | Сума |  | 50 |

**Форми і методи підсумкового контролю**: Підсумковий семестровий контроль - залік.

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за контрольну роботу за змістовним модулем, складає 50 балів. Підсумковий бал за кожний змістовний модуль обчислюється середньоарифметичний поточного контролю та контрольної роботи.

Підсумкова семестрова оцінка визначається за результатами поточного та періодичного контролів за такими алгоритмами:

**Загальна схема нарахування балів**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Поточний та періодичний контроль | | Підсумковий бал |
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 1 |
| 50 | 50 | 100 |

**Самостійна робота студентів**. Формами самостійної роботи студентів є: підготовка теоретичного матеріалу (лекцій), самостійне розв’язування задач за темами практичних занять. Метою самостійної роботи студента є забезпечення твердих знань теоретичного матеріалу, здобуття практичних навичок у розв’язуванні задач.

Результати виконання самостійної роботи за підготовкою теоретичного матеріалу оцінюються за якістю виконання поточних контрольних робіт. Результати самостійного розв’язування задач оцінюються за перевіркою виконаних завдань та поточними контрольними роботами з розв’язування задач.

Строки здачі/виконання завдань самостійної роботи визначаються викладачем.

**ПОЛІТИКА КУРСУ**

Визначається нормативними документами/Положеннями, які є чинними в ОНУ імені І.І.Мечникова (https://onu.edu.ua/uk/geninfo/official-documents).

Дедлайн виконання завдань з курсу визначає викладач. В разі поважних причин, перенесення терміну виконання завдань дозволяє викладач. Перескладання заборгованостей – з дозволу деканату.

Кожен студент повинен пам’ятати про академічну доброчесність що забезпечується самостійним виконанням навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю, належним посиланням на джерела інформації у разі виконання творчих робіт, дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права, наданням достовірної інформації про результати власної наукової діяльності.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнуті до академічної відповідальності згідно Положенню про академічну доброчесність в ОНУ імені І.І.Мечникова. (https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/acad-dobrochesnost.pdf).

Відвідування занять для студента 1-го курсу є обов’язковим, як і своєчасний прихід на заняття.