



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-технічний інститут
Кафедра прикладної фізики

Термодинаміка та молекулярна фізика

30 4

Галузь знань 10 Природничі науки
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Курс	1
Семестр	2

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика

ECTS	9,5
Годин	285

Статус Обов'язкова дисципліна
Форма навчання Денна
Семестровий Екзамен
контроль
Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
36	36	72	141
2 години/тиждень	2 години/тиждень	4 години/тиждень	

Гарант освітньої програми В.о.завідувача кафедри Голова методичної комісії

Віта ІВАНОВА Сергій ВОРОНОВ

«_____» _____

2020 2020 р.

р.

Олексій НОВІКОВ

«_____» _____

2020 р.

Поточна редакція від «_____» 2020 р.

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/лабораторні
ПІБ	Монастирський Геннадій	Монастирський Геннадій/ Харлан Юлія
Посада	доцент	долцен/асистент
Вчене звання	доцент	доцент/асистент
Науковий ступінь	Кандидат фізико-математичних наук	К.ф.-м.н./ -
Профіль викладача	http://apd.ipt.kpi.ua/blog/author/6	http://apd.ipt.kpi.ua/blog/author/6
e-mail	monastyrskygennady@gmail.com	monastyrskygennady@gmail.com / julia-lia-a@ukr.net

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Термодинаміка та молекулярна фізика» є ключовим розділом курсу загальної фізики, присвяченим вивченню термодинаміки і основ молекулярної будови речовин. Задачами кредитного модулю є сформувати у студентів знання термодинаміки і молекулярної фізики та вміння їх застосування для інтерпретації застосування для опису фізичних явищ і термофізичних властивостей речовини, а також знайомство з основними експериментальними фактами, що лежать в основі цієї дисципліни.

Дисципліною передбачено лекції, практичні заняття та лабораторні роботи, які доповнюють теоретичний матеріал і поглиблюють його практичним змістом. Студенти виконують завдання на лекціях під час бліц-опитування та тестування на колоквіумі. На практичних заняттях шляхом розв'язання задач. Завдання побудовані таким чином, щоб закріпити теоретичний матеріал, відпрацювати навички розв'язування практичних задач та відпрацювати практичні навички користування приладами.

Проміжним етапом контролю є тестування на лекції (колоквіум), розв'язання задач модульної контрольної роботи (МКР) та розрахункова графічна робота (РГР) з обов'язковим захистом, для виконання якого студенти використовують теоретичні знання та застосовують практичні навички, отримані під час виконання всіх видів завдань. РГР розбита на дві частини, що охоплює матеріал першої та другої частини курсу. Перша частина передбачає вивчення термодинамічного методу, друга застосування термодинамічного методу та основи молекулярної та статистичної фізики.

Під час навчання використовуються:

- Різноманітні технічні засоби подання інформації (мультимедіні комплекси, інтерактивні дошки тощо);
- Google-диск з комплектом методичного забезпечення в електронному вигляді;
- Засоби дистанційного навчання (електронна пошта, hangout, zoom тощо)
- практичні навички проведення експериментальних досліджень відпрацьовуються в лабораторії термодинаміки

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Вивчення навчальної дисципліни «Термодинаміка та молекулярна фізика» потребує знань та вмінь, набутих у ході вивчення курсів «Алгебра та геометрія», «Математичний аналіз». Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення дисципліни будуть використані в подальшому в навчальних дисциплінах, пов'язаних з прикладною фізикою та наноматеріалами

Необхідні навички

Для засвоєння матеріалу курсу студенти повинні вміти розв'язувати алгебраїчні рівняння та лінійні диференціальні рівняння, диференціювати, інтегрувати, використовувати математичний апарат функції двох змінних, вміти застосовувати закони механіки (зокрема механіки рідин та газів) при розв'язанні фізичних задач

Програмні результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Термодинаміка та молекулярна фізика»

мають продемонструвати такі результати навчання:

1. За відомими термічними рівняннями стану визначати термодинамічні коефіцієнти.
2. За відомими термічними рівняннями стану визначати калоричні рівняння стану речовини та залежність внутрішньої енергії від температури та інших термодинамічних змінних (і навпаки).
3. Розраховувати роботу в квазістатичних процесах, яку виконують термодинамічні системи, що описуються заданими рівняннями стану
4. Обраховувати теплоємності, константи адіабати та політроп газів в квазістатичних процесах
5. Складати та розв'язувати рівняння теплового балансу для термодинамічних систем, зокрема і систем, що зазнають хімічних або фазових перетворень
6. За відомими термічними рівняннями стану речовини обраховувати роботу та к.к.д. теплових машин, що працюють за термодинамічними циклами Карно, Дизеля, Отто, Стірлінга
7. Застосовувати перший та другий принцип термодинаміки при розв'язуванні задач, вміти застосовувати метод циклів для доведення термодинамічних відношень і законів
8. Обраховувати роботу та к.к.д. теплових машин, що працюють за термодинамічними циклами для речовин з невідомим термічним рівнянням стану.
9. За відомими рівняннями стану речовини обраховувати ентропію та її зміну в квазістатичних процесах
10. Використовуючи властивість ентропії як функції стану обраховувати її зміни для нерівноважних процесів
11. Вміти обраховувати ентропію змішування для різних термодинамічних процесів
12. Застосовувати співвідношення калібровки, співвідношення взаємності Максвела, метод якобіанів, нерівність Клаузіуса для доведення термодинамічних співвідношень
13. Застосовувати характеристичні функції (термодинамічні потенціали) для встановлення зв'язку між різними термодинамічними величинами.
14. Застосовувати термодинамічний метод до визначення характеристик реальних газів
15. Застосовувати термодинамічний метод для описання поверхневих та капілярних явищ. Користуватися формулами Лапласа та Жюрена
16. Застосовувати термодинамічний метод до описання фазових переходів першого роду
17. Застосовувати основні принципи молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) газів для обрахунку макроскопічних термодинамічних змінних, властивостей газів та їх поведінки в квазістатичних процесах
18. Застосовувати статистичні розподіли Максвела, Больцмана, Гібса для обрахунку мікроскопічних та макроскопічних параметрів речовин.
19. Обраховувати ентропію в використовуючи формулу Больцмана
20. Обраховувати флуктуації термодинамічних величин
21. Обраховувати в рамках МКТ кінетичні коефіцієнти явищ переносу (теплопровідності, дифузії, в'язкості)
22. Складати рівняння і отримувати розв'язки стаціонарного та нестаціонарного рівняння теплопровідності та дифузії

Набуті знання та практичні навички сформують у студентів:

Загальні компетентності СВО:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.

ЗК 6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності СВО:

СК 2. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

СК 5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

СК 6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем

Відповідність результатів навчання до компетентностей у стандарті вищої освіти можна переглянути у Додатку 1 «Програмні результати навчання (розширена форма)».

Перелік тем, завдання та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Основні поняття та метод термодинаміки. Нульовий принцип термодинаміки. Температура.	№ 2,4,5	Експрес тестування на лекціях	1 тиждень
2.	Перший принцип термодинаміки. Внутрішня енергія як функція стану.	№ 2,4,5	Експрес тестування на лекціях, ЛРН№1	2,3 тиждень
3.	Другий принцип термодинаміки. Цикл Карно, перша та друга теорема Карно.	№ 2,5	Експрес тестування на лекціях, ЛРН№2	4,5 тиждень
4.	Рівність Клаузіуса. Ентропія. Незворотні процеси.	№ 1,2,5	Експрес тестування на лекціях	6,7 тиждень
5.	Третій принцип термодинаміки. Термодинамічна рівновага	№ 1,2,5,9	Колоквіум, МКР	8 тиждень
6	Реальні гази	№ 1,2,5,9	Експрес тестування на лекціях, ЛРН№3	9,10 тиждень
7	Поверхневі явища	№ 1,2,4,5,9	РР перша частина	11 тиждень

			ЛРН№4	
8	Фазові перетворення	№ 1,2,4,5,9	Експрес тестування на лекціях, ЛРН№5	12, 13 тиждень
9	Основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Основне рівняння кінетичної теорії газів.	№ 1,2,4,5,9	Експрес тестування на лекціях, ЛРН№6	14,15 тиждень
9	Максвелівський закон розподілу швидкостей. Розподіл Больцмана та барометрична формула.		Експрес тестування на лекціях, ЛРН№7	16,17 тиждень
10	Елементи кінетики та процеси переносу		РР друга частина ЛРН№8	18 тиждень

Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кількість	Всього максимум
1.	Активність на лекційних заняттях	7	1	5	7
2.	Активність під час бліц-опитувань	8	0.5	16	8
3.	Модульна контрольна робота	10	15	1	10
4.	Колоквіум	5	5	1	5
5.	Розрахункова робота	20	10	2	20
6.	Активність на практичних заняттях	20	5	4	20
7.	Лабораторна робота	20	2.5	8	20
8.	Самостійна робота	10	10	1	10
	Всього				100

Активність на лекційних заняттях дозволяє отримати разом із оцінкою відвідуваністю лекцій додаткові бали до рейтингу. Відвідування не менш, як

14 лекцій – 7 балів;

13 лекцій – 6 балів;

12 лекцій – 5 балів;

11 лекцій – 4 бали;

10 лекцій – 3 бали;

9 лекцій – 2 бали;

8 лекцій – 1 бал;

7 лекцій – 0 балів;

За кожен вірну відповідь під час бліц-опитування отримується 0.5 бал.

Активність на практичних заняттях

На практичних заняттях за кожен самостійно розв'язану біля дошки задачу дається до 5 балів. Конструктивна ідея або вірна відповідь з «місця»: – 0.5

балів. Можливі і інші варіанти оцінки роботи на розсуд викладача, що веде практику, проте прикінцевий максимальний бал становить не більше 20.

З огляду на обмежену кількість виходів до дошки студенти зацікавлені у активній участі в роботі на практичних заняттях.

Лабораторні роботи

За кожен вчасно здану лабораторну роботу студент отримує дві оцінки за експериментальну та теоретичну частину (наприклад 5/4) згідно із п'ятибальною шкалою („п'ять”, „чотири” і так далі). Перед кожною із атестацій та наприкінці семестру виводиться середня оцінка. Рейтингові бали нараховуються згідно із наступною схемою: середня оцінка за національною шкалою $\times 4$. Можливі і інші варіанти оцінки на розсуд викладача, що веде лабораторні роботи, проте прикінцевий максимальний бал становить не більше 20.

Модульний контроль включає колоквіум (на лекції, максимум 5 бали) та модульну контрольну роботу (на практичних заняттях, максимум 10 балів)

Колоквіум

Відбувається після завершення першої частини курсу «Термодинаміка та молекулярна фізика» проводиться протягом однієї академічної годин на одній із лекцій на 8 або 9 тижні. Проводиться у вигляді тестування знань термінології, формулювань, основних положень та теоретичних підходів. Всі студенти отримують завдання (5 варіантів) із 40 тестових питань, повна відповідь на які вимагає не більше 2 хвилин.

Критерії оцінювання відповідей на колоквіумі (максимальна кількість балів за відповідь – від 1 до 3 залежно від складності питання):

- Максимальна оцінка дається за повну правильну відповідь, 95% інформації, якщо треба наведено рисунок, точні формулювання та терміни, терміни роз'яснено,
- зменшення на один 1 бал – не всі умови попереднього пункту виконано,
- зменшення ще на один 1 бал – наведено основні базові поняття, що стосуються питання, формулювання та терміни неповні або неточні,
- 0 балів – не надано правильної відповіді.

Валідність оцінок забезпечується:

- однозначністю та лаконічністю завдань

Модульна контрольна робота проводиться після завершення першої частини курсу «Термодинаміка та молекулярна фізика» проводиться протягом 2-х академічних годин на практичних заняттях. Вона складається з 4 задач і передбачає письмовий розв'язок задачі, подібних до тих, що розглядались на практичних заняттях та під час виконання домашніх робіт.

Оцінюється за чіткими критеріями з позначенням коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:

- максимальна кількість балів за кожне питання – повна правильна відповідь, 95% інформації, там де треба наведено рисунки, позначення, є письмовий коментар щодо базових понять та законів, які використовуються під час розв'язку задачі,
- 75% балів – розв'язок правильний, не всі умови попереднього пункту виконано,
- 60% балів – наведено основні базові поняття для розв'язку, розв'язок неправильний.
- списані відповіді, які студент не може пояснити, не зараховуються

Валідність оцінок забезпечується:

- оцінкою модульної контрольної роботи на основі чітких критеріїв

Розрахункова робота

РР складається із двох частин і містить задачі, що задаються студентам для самостійної роботи після завершення кожної теми. Задачі оформлюються в окремому зошиті послідовно за заданими темами і мають містити: умову, рисунок там, де необхідно, пояснення до формул, чіткі позначення, чисельні обрахунки, відповідь із розмірністю отриманої величини.

РР приймається у 2 етапи. Захист першої частини РР – проводиться протягом 2-х академічних годин на консультації після завершення першої частини курсу «Термодинаміка та молекулярна фізика», другої – на останньому тижні на основному занятті і консультаціях. За кожний етап захисту дається максимум 10 балів. Студенту надається можливість захищати кожну половину розрахункової роботи до трьох разів. За кожну невдалу спробу призначаються штрафні задачі, кількість яких визначається на розсуд викладача, що проводить практику (загальна кількість не більше 5). У разі, якщо три спроби невдалі – студент, отримавши 10 штрафних балів, наприкінці семестру здає всю курсову роботу повністю.

Можливі і інші варіанти оцінки на розсуд викладача, що веде практику, проте загальна кількість балів за РР не більше 20.

Критерії оцінювання за один етап. На захисті студент повинен:

показати зошит з не менш як 75% оформлених задач	до 2 балів
--	------------

здати для перевірки оформлену розрахункову роботу з необхідним мінімумом задач (90%), що визначається згідно із тематикою РР. У разі необхідності виправити неправильні розв'язки	до 5 балів
---	------------

прокоментувати розв'язок довільно вибраних викладачем задач із розрахункової роботи (кількість задач визначається викладачем, але не менше 5). Розв'язати в присутності викладача штрафні задачі, кількість яких визначається на розсуд викладача, що проводить практику.	до 10 балів
---	-------------

Самостійна робота

Самостійна робота студентів включає:

- участь у факультетській, університетській, національній олімпіаді з дисципліни;
- модернізації лабораторних робіт;
- виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни;

Подання на заохочення студента може бути надано лектором, викладачем, що проводить практику або лабораторні роботи, викладачем, що курує участь в олімпіаді. Кількість балів, якими заохочується студент, визначається консенсусом всіх викладачів з дисципліни. Таким же чином визначаються чинники, за які можуть бути зараховані заохочувальні бали (що не передбачені в наведеному списку) та в окремих випадках зняті раніше отримані штрафні бали.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 45$
2	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота
3	Виконання розрахункової роботи	Виконання РР
4	Виконання лабораторних робіт	№1 – №8

Додаткові умови допуску до екзамену/заліку, які заохочуються:

1. Активність на лекційних та практичних заняттях (додаються заохочувальні бали).
2. Залучення при виконанні завдань РР та ЛР програмних засобів та застосунків для візуалізації результатів обрахунків, оптимізації обрахунків, використання оригінальних методик (додаються заохочувальні бали)
3. Активна самостійна робота над теоретичним матеріалом: пошук та використання інформаційних ресурсів, ілюстрацій, відео, медіа ресурсів, що доповнюють поточний курс (додаються заохочувальні бали).
4. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою¹

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки без усної співбесіди
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	–
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	+
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	+
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	+
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	+
$RD < 60$	Незадовільно	–
Невиконання умов допуску	Не допущено	–

Іспит

Іспит приймається у 2 етапи і складається із двох частин. Перший етап – письмова контрольна робота (КР), що виконується в екзаменаційну сесію напередодні другого етапу і має тривалість 3 астрономічні години. Другий етап (усний іспит) – усна відповідь за білетом (співбесіда), що містить два питання з теорії і проходить в окремий день (наступний або через день після проведення КР).

За контрольну роботу студент отримує бали за кожну із виконаних задач, серед яких обов'язкових 4 і одна підвищеної складності. Кількість балів за кожну задачу та відповідність набраних балів оцінці в університетській шкалі встановлюється викладачами в білетах до КР, що готують і проводять контрольну роботу.

Загальна оцінка за іспит складається із стартового рейтингу, отриманого

¹ Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

протягом семестру, та рейтингових балів набраних під час іспиту. Рейтингові бали (максимум 25) за усний іспит нараховуються згідно наступних критеріїв:

Рейтингова оцінка за іспит

від 20 до 25	повна правильна відповідь, 95% інформації, наведено рисунки, позначення, є письмовий коментар щодо базових понять та законів, формулювання та терміни точні, терміни роз'яснено, повна правильна відповідь на уточнюючі запитання
від 15 до 20	правильна відповідь, 80% інформації, наведено рисунки, позначення, є письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни по суті правильні але не повні, терміни роз'яснено, правильна відповідь на уточнюючі запитання
від 10 до 15	по суті правильна але неповна відповідь, 70% інформації, наведено рисунки та позначення, відсутні письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни по суті правильні але не повні, терміни не роз'яснено, правильна відповідь на більшість уточнюючих запитання
від 5 до 10	відповідь неповна, 50% інформації, не наведено рисунки та позначення, відсутні письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни в основному правильні але не повні, терміни не роз'яснено, відповіді на уточнюючі запитання не повні
від 0 до 5	відповідь неповна, 30% інформації, не наведено рисунки та позначення, відсутні письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни в основному не повні, терміни не роз'яснено, відповіді на уточнюючі запитання не повні або відсутні

Незалежно від результатів відповіді під час співбесіди заключна оцінка в університетській шкалі, не може бути більше, ніж визначається за формулою:

N+2 позиції за університетською шкалою	максимальний бал в університетській шкалі, що може бути отримано за іспит
N+4 позиції за університетською шкалою	максимальний бал в університетській шкалі, що може бути отримано за іспит, якщо до іспиту підготовлено і вдало викладено питання за вибором

де N позиція в університетській шкалі, отримана за контрольну роботу

Питання за вибором – це окрема самостійна робота студента експериментального або теоретичного характеру і обговорюється із викладачем на усному іспиті. Тема має відповідати курсу із дисципліни, проте лежати за межами курсу лекцій, практичних та лабораторних занять. Питання за вибором виконується студентом самостійно в об'ємі 4-10 сторінок роздрукованого тексту з ілюстраціями та електронною копією. Право вибору питання за вибором надається студентам, що вчасно виконали навчальний план. Тема питання за вибором визначається і призначається тільки після консультації із викладачем.

Політика навчальної дисципліни

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Участь у міжнародних, всеукраїнських, університетських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	1-10 балів в залежності від місця, яке зайняв	Пропуск термінів написання МКР без поважної причини	–5 балів
Модернізація наявних або реалізація нових лабораторних робіт	1-10 балів	Порушення термінів здачі РР без поважної причини	–5 балів за кожен з етапів
виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	1-10 балів	Відвідування менше ніж 7 лекцій без поважних причин	– 3 бали
Правильна відповідь на бліц-опитування на лекції та практичних заняттях	0.5 бал	Відсутність на практичних заняттях без поважних причин	–1 бал за кожний пропуск

Відвідування занять.

Відвідування лекцій заохочується. Студентам рекомендується не тільки відвідувати лекції з причини викладу на них теоретичного матеріалу та розвинення навичок, необхідних для виконання ДКР та МКР. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Відвідування практичних та лабораторних занять не оцінюється. Пропуски занять штрафуються, оскільки курс в першу чергу орієнтований на практичне застосування теоретичного матеріалу та розвивання у студентів навичок необхідних для виконання практичних та експериментальних завдань. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

За пропуск модульної контрольної роботи без поважної причини знімається 5 балів. Незалежно від причини пропуску контрольної роботи, студент зобов'язаний розв'язати не менше двох штрафних задач під час здачі РР, що зараховується, як модульна контрольна робота. При цьому максимальний бал, що може бути отримано у такий спосіб за модульну контрольну становить 5 балів.

За не дотримання термінів здачі відповідної частини РР без поважної причини знімається 5 балів. У разі, якщо три спроби здачі невдалі – студент, отримавши 5 штрафних балів за кожен з етапів, наприкінці семестру здає всю роботу повністю.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів

Критерій			Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ³			8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁴		≥ 17 балів	≥ 30 балів
	Поточний захід	контрольний МКР	+	–
	Поточний захід	контрольний Колоквіум	+	–
	Лабораторні роботи №1,2		+	+
	Лабораторні роботи №3,4,5,6		–	+
	Розрахункова робота Ч.1		+	+
	Ч.2		–	+

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

² Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

³ Там само.

⁴ Там само.

Додатки

Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни Термодинаміка та молекулярна фізика студенти зможуть:

Результати навчання (P01, P02, P04, P06, P09)		Відповідність результатів навчання до компетентностей у СВО ⁵	
		Загальні компетентності (softskills)	Спеціальні компетентності (фахові)
1.	За відомими термічними рівняннями стану визначати термодинамічні коефіцієнти.	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
2.	За відомими термічними рівняннями стану визначати калоричні рівняння стану речовини та залежність внутрішньої енергії від температури та інших термодинамічних змінних (і навпаки).	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
3.	Розраховувати роботу в квазістатичних процесах, яку виконують термодинамічні системи, що описуються заданими рівняннями стану	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
4.	Обраховувати теплоємності, константи адіабати та політроп газів в квазістатичних процесах	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
5.	Складати та розв'язувати рівняння теплового балансу для термодинамічних систем, зокрема і систем, що зазнають хімічні або фазові перетворення	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
6.	За відомими термічними рівняннями стану речовини обраховувати роботу та к.к.д. теплових машин, що працюють за термодинамічними циклами Карно, Дизеля, Отто, Стірлінга	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
7.	Застосовувати перший та другий принцип термодинаміки при розв'язуванні задач, вміти застосовувати метод циклів для доведення термодинамічних відношень і законів	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК2, СК5, СК6,

⁵Наказ Міністерства освіти і науки України № 804 від 16.06.2020 року «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти».

8.	Обраховувати роботу та к.к.д. теплових машин, що працюють за термодинамічними циклами для речовин з невідомим термічним рівнянням стану.	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
9.	За відомими рівняннями стану речовини обраховувати ентропію та її зміну в квазістатичних процесах	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
10.	Використовуючи властивість ентропії як функції стану обраховувати її зміни для нерівноважних процесів	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
11.	Вміти обраховувати ентропію змішування для різних термодинамічних процесів	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
12.	Застосовувати співвідношення калібровки, співвідношення взаємності Максвелла, метод якобіанів, нерівність Клаузіуса для доведення термодинамічних співвідношень	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
13.	Застосовувати характеристичні функції (термодинамічні потенціали) для встановлення зв'язку між різними термодинамічними величинами.	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
14.	Застосовувати термодинамічний метод до визначення характеристик реальних газів	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
15.	Застосовувати термодинамічний метод для описання поверхневих та капілярних явищ. Користуватися формулами Лапласа та Жюрена	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
16.	Застосовувати термодинамічний метод до описання фазових переходів першого роду	ЗК1, ЗК2, ЗК6, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
17.	Застосовувати основні принципи молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) газів для обрахування макроскопічних термодинамічних змінних, властивостей газів та їх поведінки в квазістатичних процесах	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
18.	Застосовувати статистичні розподіли Максвелла, Больцмана, Гібса для обрахунку мікроскопічних та макроскопічних параметрів речовин.	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
19.	Обраховувати ентропію в використовуючи формулу Больцмана	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
20.	Обраховувати флуктуації термодинамічних величин	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,
21.	Обраховувати в рамках МКТ кінетичні коефіцієнти явищ переносу (теплопровідності, дифузії, в'язкості)	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК5, СК6,

22.	Складати рівняння і отримувати розв'язки стаціонарного та нестаціонарного рівняння теплопровідності та дифузії	ЗК1, ЗК2, ЗК7	СК2, СК5, СК6,
-----	--	---------------	----------------