

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Машини і технологія ливарного виробництва

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор (перший проректор)



2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗПН 03 **ФІЗИЧНА ХІМІЯ**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 136 Металургія

(код і назва спеціальності)

освітня програма Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів

(назва)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут. Інженерно-фізичний факультет

(назва інституту, факультету)

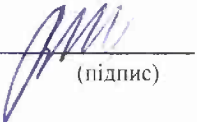
Робоча програма **Фізична хімія** для студентів за спеціальністю
136 «Металургія». „04” 08, 2020 року- 16 с.

Розробники: Воденніков Сергій Анатолійович, проф., кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва», д.т.н., проф..

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва»

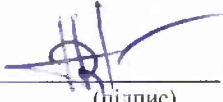
Протокол від “ 18 ” 08 2020 року, протокол № 1

Завідувач кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва»

“ ” 09. 2020 року  (підпис) (Іванов В.Г.) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету (інституту) за напрямом підготовки (спеціальністю) 136 «Металургія»
 (код, назва)

Протокол від “ 08 ” 09 2020 року № 1

“ ” 2020 року Голова  (підпис) (Климов О.В.) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми* Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів

« » 20 року Керівник групи _____ (підпис) (Іванов В.Г.) (прізвище та ініціали)

© _____, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,5, у тому числі 1 кредит на курс. роботу	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	Нормативна	
	Напрямок підготовки <u>136 Металургія</u> (шифр і назва)		
Модулів – 3	Освітня програма <u>Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – Термодинамічний аналіз реакцій (КР-30)		Семестр	
Загальна кількість годин – 165		3-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3,21	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Бакалавр	28 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		14 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		93 год.	129 год.
		Індивідуальні завдання: курсова робота та 2 р.г.р.. Вид контролю: іспит	

Знання фізичної хімії дає теоретичний фундамент для вивчення хімічних процесів в металургії і ливарному виробництві і визначає шляхи їх інтенсифікації. Фізична хімія є вступом в теорію металургійних процесів і металографію.

Курс призначений для набуття студентами основ знань, необхідних для розуміння складних в фізико-хімічному аспекті металургійних та ливарних процесів, які відбуваються в плавильних агрегатах при плавлі ливарних сплавів, а також при подальшому заливанні розплаву в форму, твердінні і кристалізації металу в ливарній формі. Знання законів фізичної хімії стосовно конкретних

металургійних та ливарних процесів дозволяє виявити механізм протікання реакцій в розплавах і керувати ними аж до моменту заливання розплаву в ливарну форму або виливницю, створюючи тим самим сприятливі умови проведення технологічного процесу плавки. Вивчення характеру взаємодії компонентів в реальній системі, зв'язку між складом системи і її властивостями відкриває шляхи до розробки більш досконалих фізико-хімічних методів аналізу структури металу одержаних виливків і зливків.

Вивчення курсу базується на раніше одержаних знаннях з таких дисциплін як фізика, хімія, вища математика і слугує основою для подальшого вивчення таких спеціальних дисциплін як теоретичні основи ливарної технології, плавки металів і сплавів, металознавство, технологія ливарного виробництва.

2. Перелік компетентностей

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

K03 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K04 Здатність працювати в команді.

K05 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K06 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K08 Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

K09 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

K16 Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем виробництва виливків з кольорових сплавів.

K17 Здатність демонструвати практичні інженерні навички відповідно до спеціалізації.

K19 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних спеціальностей.

K20 Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових завдань ливарного виробництва за спеціалізацією.

K21 Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в ливарному виробництві.

K22 Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в ливарному виробництві на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.

Додаткові (фахові) компетентності:

К36. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів.

К38. Здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

К48. Навички практичного використання знань металургії та ливарного виробництва чорних та кольорових металів і сплавів у лабораторних та промислово-виробничих умовах.

Очікувані програмні результати навчання:

ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх дослідженнях.

ПР11. Вміти поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних знань відповідної спеціалізації металургії.

ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.

ПР17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.

Додаткові (фахові) очікувані програмні результати навчання:

ПР26. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, основ металургійних, ливарних процесів і технологій, засобів механізації і автоматизації ливарного виробництва.

ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

3. Мета викладання дисципліни

3.1. Мета завдання викладання навчальної дисципліни

Фізична хімія вивчає взаємозв'язок фізичних та хімічних явищ. Користуючись теоретичними та експериментальними методами фізики та хімії, а також власними методами, фізична хімія займається різноманітними дослідженнями хімічних реакцій та процесів, що їх супроводжують. Загальна мета дисципліни – передбачення перебігу хімічного процесу та кінцевого результату (хімічної рівноваги) у різних умовах на підставі даних про властивості молекул речовин, що складають систему, яка вивчається.

3.2. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця

Фізична хімія є базовою дисципліною для вивчення фахових дисциплін, наприклад теоретичної та практичної металургії, металознавства, тощо. Мета курсу полягає також у тому, щоб навчити майбутніх фахівців з металургії виконувати розрахунки, що стосуються хімічних реакцій і фазових переходів на базі отриманих знань з термодинаміки та кінетики, з урахуванням структури реагуючих речовин та їх агрегатного стану.

3.3. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальної дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

ЗНАТИ основні закони і теорії фізичної хімії для передбачення перебігу хімічного процесу та кінцевого результату (хімічної рівноваги) у різних умовах на підставі даних про властивості молекул речовин, що складають систему, яка вивчається, класифікацію сучасних аналітичних методів аналізу

ВМІТИ використовувати розділи фізичної хімії та аналітичного контролю для виконання розрахунків, що стосуються хімічних реакцій на базі отриманих знань з термодинаміки та кінетики, з урахуванням структури реагуючих речовин та їх агрегатного стану, володіти технікою хімічних розрахунків, мати навички самостійного виконання хімічних експериментів і узагальнених спостережливих фактів., вибрати ефективні методи аналізу для вирішення конкретних задач, вірно зробити математичну обробку результатів вимірювань.

3.4. Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна « Фізична хімія » базується на знаннях, отриманих в загальноосвітніх навчальних закладах з фізики, математики та хімії..

Вона забезпечує наступне вивчення дисциплін: «Конструкційні матеріали», «Теорія металургійних процесів», «Корозія металів», «Матеріалознавство» та інш.

4. Завдання вивчення дисципліни

Студенти повинні засвоїти основні принципи, правила та способи керування процесом формування властивостей металопродукції машинобудування (відливків, зливків) на етапах підготовки розплаву, виготовлення та заливання ливарної форми або виливниці; набуті навичок складання фізичної моделі технологічного процесу та опису її на мові термодинамічних співвідношень. Уміти на основі аналізу термодинамічної моделі розраховувати режими технологічного процесу та обґрунтовувати вибір технологічного процесу або прийняття певного рішення.

5. Програма навчальної дисципліни Лекційний курс

№ модуля	№№ тем	Назва розділу/теми та її зміст	Тривалість (годин)
1	2	3	4
1	1	ВСТУП Предмет, зміст і задачі курсу фізичної хімії. Основні розділи курсу. Зв'язок курсу з суміжними дисциплінами – хімією, фізикою, теорією металургійного виробництва, металознавством, плавкою металів і сплавів. Значення фізичної хімії для металургії. Історія розвитку фізичної хімії. Перший в історії світової науки курс фізичної хімії М.В.Ломоносова (1752 р.). Перша фізико-хімічна кафедра і лабораторія (М.М.Бекетов, Харків, 1865 р.). Розвиток фізичної хімії в Росії, Радянському Союзі, Україні і за кордоном. Загальна характеристика теоретичних методів фізичної хімії: термодинамічний, квантово-механічний, квантово-статистичний, молекулярно-кінетичний. Досягнення сучасної вітчизняної науки і техніки в області металургії.	0,5
		Розділ І. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА Перший закон (начало) термодинаміки Загальна характеристика термодинамічного методу. Основні поняття. Функції стану і функції процесу. Внутрішня енергія, ентальпія, теплота, робота. Аналітичний вираз і формулювання першого закону термодинаміки. Закон збереження і еквівалентності енергії. Теплоємність і форми її вираження. Правило Дюлонга і Пті. Правило аддитивності. Емпіричні рівняння залежності теплоємності від температури. Рівняння Майєра. Застосування першого закону термодинаміки до хімічних процесів – термохімія. Теплові ефекти хімічних реакцій.	6,5

		Термохімічні рівняння. Закон Гесса. Теплоти утворення, згоряння, агрегатних перетворень, розчинення, нейтралізації. Таблиці стандартних значень теплот утворення. Розрахунки теплових ефектів хімічних реакцій за наслідками з закону Гесса. Залежність теплового ефекту реакцій від температури. Рівняння Кірхгофа. Перерахунок стандартних теплових ефектів до теплових ефектів при інших температурах.	
1		Другий закон (начало) термодинаміки Термодинамічно оборотні і необоротні процеси. Самочинні процеси. Напрявленість самочинних процесів у природі. Термодинамічна імовірність. Рівновага як найбільш імовірний стан системи. Аналітичний вираз і формулювання другого начала термодинаміки. Ентропія як міра імовірності. Зміна ентропії в ізольованій системі як критерій напрямку процесу. Обчислення зміни ентропії в різних процесах. Термодинамічні функції і зв'язок між ними. Вільна енергія при сталому об'ємі (енергія Гельмгольца, ізохорно-ізотермічний потенціал) і сталому тиску (енергія Гіббса, ізобарно-ізотермічний потенціал) як міра роботоздатності системи і як критерій напрямку процесу. Вільна і зв'язана енергія. Застосування другого начала термодинаміки до процесів зміни агрегатного стану: випаровування, возгонки, плавлення, поліморфних перетворень. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для окремих речовин і хімічних реакцій. Розрахунки енергії Гіббса і Гельмгольца з застосуванням таблиць стандартних величин	
	2	Розділ II. ХІМІЧНА РІВНОВАГА Термодинамічний вивід закону діючих мас. Константа рівноваги і способи її вираження в гомогенних і гетерогенних системах. Пружність дисоціації хімічної сполуки. Рівняння ізотерми хімічної реакції. Зрушення хімічної рівноваги при зміні температури, тиску і концентрації реагуючих речовин. Принцип Ле-Шательє. Залежність константи рівноваги від температури. Рівняння ізобари і ізохори хімічної реакції. Теплова теорема Нернста. Формулювання теореми. Наслідки. Третє начало термодинаміки. Постулат Планка. Обчислення абсолютних стандартних величин ентропії речовин за термохімічними даними. Розрахунки рівноваг за таблицями стандартних значень термодинамічних функцій.	4
	3	Розділ III. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ В БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМАХ Основні поняття: фаза, компонент, число ступенів вільності, хімічний потенціал. Вивід і аналіз правила фаз Гіббса. Фазові діаграми (діаграми стану). Діаграма стану	3

		однокомпонентної системи. Термічний аналіз, криві охолодження. Діаграми двокомпонентних систем: з простою евтектикою; з обмеженою і необмеженою розчинністю в твердому стані; з утворенням стійких і нестійких хімічних сполук; з обмеженою розчинністю в рідкому стані. Трикомпонентні системи. Концентраційний трикутник і його властивості.	
2	4	Розділ IV. ТЕОРІЯ РОЗЧИНІВ Розчини неелектролітів Класифікація розчинів. Одиниці концентрацій. Парціальні молярні величини. Рівняння Гіббса-Дюгема. Ідеальні розчини. Розведені розчини. Закони розведених розчинів. Розчинність газів в рідинах. Закон Генрі. Розчинність газів в металах. Закон Сивертса. Розчинність водню і азоту в сплавах на основі заліза. Закон Рауля. Наслідки. Температури кипіння і кристалізації (замерзання) розчинів. Закон розподілу Нернста-Шилова. Екстракція. Зонна плавка. Досконалі розчини і їх закони. Хімічний потенціал компонента досконалого розчину. Реальні розчини. Відхилення реальних розчинів від закону Рауля. Причини додатних і від'ємних відхилень. Термодинамічна активність і коефіцієнт активності. Вибір стандартного стану. Параметри взаємодії.	5
	5	Розділ V. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА І АДСОРБЦІЯ Процеси на межі поділу фаз. Вільна енергія поверхні. Поверхневий натяг і поверхневий тиск. Умови рівноваги краплі рідини на поверхні твердого тіла. Крайовий кут змочування. Адгезія і когезія. Коефіцієнт розтікання. Ізотерма поверхневого натягу. Вплив концентрації розчиненої речовини на поверхневий натяг. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини. Адсорбція. Природа адсорбційних сил. Термодинаміка адсорбції. Теорія адсорбції Лангмюра. Адсорбція із суміші газів. Адсорбція із розчинів. Ізотерма адсорбції. Рівняння Гіббса для адсорбції. Рівняння Фрейндліха і Лангмюра для адсорбції. Методи вимірювання поверхневого натягу. Поверхневі явища в металургії і ливарному виробництві.	3
	6	Розділ VI. ХІМІЧНА КІНЕТИКА І КАТАЛІЗ Кінетика гомогенних реакцій Реакції в гомогенному середовищі. Визначення швидкості хімічної реакції. Класифікація хімічних реакцій. Молекулярність і порядок реакції. Закон діючих мас і кінетичні рівняння реакції. Константа швидкості. Реакції першого, другого і третього порядку. Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Енергія активації. Теорія активних зіткнень. Рівняння Арреніуса.	6

		Кінетика гетерогенних реакцій Гетерогенні реакції в металургійному виробництві. Багатостадійність процесів. Вплив величини поверхні і коефіцієнтів дифузії на швидкість масопередачі. Кінетичний і дифузійний режим реакції. Закон Фіка. Топохімічні реакції. Кінетика кристалізації. Сучасні теорії утворення зародка. Теорія флуктуації. Термодинамічні умови виникнення сферичного зародка.	
		Каталіз Класифікація каталітичних реакцій. Каталізатори і інгібітори. Каталіз і хімічна рівновага. Активність і селективність каталізаторів. Вплив каталізаторів на кінетичні параметри реакцій. Гомогенний каталіз. Гетерогенний каталіз. Роль проміжних взаємодій в кінетиці каталітичних реакцій.	

6. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1.												
Змістовий модуль 1 Вступ до дисципліни, Хімічна термодинаміка	24	7	-	2	-	15	28	1	-	2	-	25
Змістовий модуль 2 Хімічні рівноваги	19	4	-	-	-	15	21	1	-	-	-	20
Змістовий модуль 3 Фазові рівноваги в багатокомпонентних системах	22	3	-	4	-	16	21	1	-	-	-	20
Разом за модулем 1	65	14	-	6	-	46	70	3	-	2	-	65
Модуль 2.												
Змістовий модуль 4 Розчини	28	5	-	8	-	15	21	1	-	-	-	21
Змістовий модуль 5 Фізико-хімія поверхневих явищ. Абсорбція.	18	3	-	-	-	16	21	1	-	-	-	21

Змістовий модуль												
6 Кінетика хімічних реакцій	22	6	-	-	-	16	23	1	-	-	-	22
Разом за модулем 2	68	14	-	8	-	47	65	3	-	-	-	64
Усього годин	135	28	-	14	-	93	135	6	-	2	-	129

Окрім зазначеного в таблиці навчального навантаження на денній і заочній формі навчання виконується курсова робота на тему «Термодинамічний аналіз реакцій» (1 кредит 30 годин самостійної роботи) і 2 РГЗ 3 години.

7. Теми лабораторних робіт

№№ робіт	Назва роботи	Тривалість (годин)
1	Визначення теплового ефекту реакції	2
2	Експериментальна побудова діаграми стану двокомпонентної металевої системи	4
3	Визначення тиску насиченої пари леткої рідини	4
4	Визначення коефіцієнту розподілу речовини між двох рідин, котрі не змішуються	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин ^{х)}
1	Вступ, хімічна термодинаміка	15/25
2	Хімічні рівноваги	15/20
3	Фазові рівноваги в багатокомпонентних системах	16/20
4	Розчини	15/21
5	Фізико-хімія поверхневих явищ. Абсорбція.	16/21
6	Кінетика хімічних реакцій	16/22
	Разом	93/129

^{х)} – чисельник- денна, знаменник – заочна форма навчання.

9. Індивідуальні завдання

1. Визначення зміни ентальпії ΔH_T , енергії Гіббса ΔG_T і константи рівноваги $K_p(T)$ реакції відновлення при заданій температурі T . Аналіз отримання результатів.
2. Побудова діаграми стану двокомпонентної системи А-В за температурами ліквідус і повний аналіз її.

10. Методи навчання

Проведення лекцій з застосуванням демонстраційних матеріалів, проспекти, брошури.

11. Критерії оцінювання знань

Семестровий курс «Фізична хімія» розбито на 2 модулі. Кожний модуль має ряд поточних контрольних заходів і закінчується підсумковим модульним контролем, обов'язковим для студента. Підсумковий модульний контроль проводиться під час контрольних тижнів за затвердженим розкладом.

За кожний вид поточного і рубіжного (модульного) контролю студент отримує бальні оцінки, які підсумовуються в межах модулю і є надалі складовою підсумкової бальної оцінки за усі модулі дисципліни за весь семестр.

Види поточного контролю:

- робота в аудиторії під час лекційних занять (до 10 балів);
- опанування практичними навичками та певним переліком знань під час лабораторних занять (до 20 балів).

Поточний контроль здійснюється у кожній групі під час проведення аудиторних лекційних і лабораторних занять.

Рубіжний контроль проводиться наприкінці кожного напівсеместру, коли студент складає рубіжний модуль з теоретичних питань (кожний оцінюється до 60 балів).

Система бальних оцінок видів поточного і рубіжного контролю за модулями.

1. Лабораторний практикум (на кожний модуль) складається з двох лабораторних робіт, кожна з яких може бути максимально оцінена в 10 балів. Оцінки виставляються за такими критеріями:

- 10 балів – лабораторну роботу виконано повністю без помилок, студент приймав активну участь у виконанні роботи, володіє методикою виконання, під час захисту виявив всебічні глибокі знання програмного матеріалу;
- 6-8 балів – лабораторна робота виконана повністю без помилок, студент виявив достатні знання основного програмного матеріалу, припускаючись окремих незначних помилок;
- до 5 балів – лабораторна робота виконана невірно, в теоретичних знаннях студента є багато прогалин, не досить впевнено володіє основними термінами і методикою виконання роботи.

2. Самостійна робота студента. Під час самостійної роботи студент повинен поглиблено опрацювати теоретичний матеріал в межах заданої теми з використанням рекомендованих джерел та лекційного конспекту; виконати числові розрахунки в завданні і зробити обґрунтовані висновки. Робота підлягає захисту (оцінюється у 10 балів).

Максимально можлива бальна оцінка, яку студент може отримати за кожний з двох модулів становить 100 балів. Підсумковий модуль за семестр дорівнює середньоарифметичному двох рубіжних модулів. Студенти, що отримали за

кожний з двох модулів не менше 50 балів, отримують екзаменаційну оцінку автоматично.

12. Система оцінювання знань (розподіл балів)

Вид контролю	Кількість балів за 1 контроль	Кількість розрахунків, питань	Підсумок балів
Лекції (відвідування)			10 балів (за присутність і активність на всіх лекціях)
Лабораторні роботи	10	2	20 балів
Самостійна робота (завдання)	10	1	10 балів
Теоретичні знання	3	20	60 балів
За кожний з двох модулів			100 балів

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	
90 – 100	A	відмінно	
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

ПИТАННЯ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

ПЕРШИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ

- 1 Якою дисципліною є фізична хімія: загальнотеоретичною чи прикладною? Які задачі вона вирішує?
- 2 Сутність I начала термодинаміки. Співвідношення між ΔH і ΔU .
- 3 Закон Гесса і його використання в термохімії. В чому його обмеженість?
- 4 Що розуміється під теплотою утворення і теплотою згорання? Де використовуються ці різновиди теплових ефектів?

- 5 Правило Дюлонга і Пті. Правило адитивності. Як обчислити теплоємність сплавів, шлаків і розчинів?
- 6 Залежність теплоємності від температури. Рівняння Майєра. Фізичний зміст універсальної газової сталої.
- 7 Як обчислити тепловий ефект реакції, якщо з реагентами відбувається перетворення?
- 8 В чому сутність II начала термодинаміки? Фізичний зміст ентропії і її розмірність.
- 9 Характеристичні функції і співвідношення між ними.
- 10 Константа рівноваги для різних систем. Які чинники впливають на величину константи рівноваги?
- 11 Яке співвідношення між K_p і K_c ? Проілюструйте його відповідними реакціями.
- 12 Рівняння ізотерми хімічної реакції. Для якої мети воно використовується?
- 13 Принцип Ле Шательє. На яке питання можна відповісти з його допомогою?
- 14 Хімічна спорідненість і її залежність від температури.
- 15 Рівняння ізобари і ізохори хімічної реакції і їх практична цінність.
- 16 Сутність теплової теореми Нернста. Постулат Планка.
- 17 Абсолютні ентропії. Як розрахувати зміну ентропії будь-якої реакції для будь-якої температури?
18. Як розрахувати значення константи рівноваги будь-якої хімічної реакції при будь-якій температурі?
- 19 Що розуміється під діаграмою стану? В яких координатах будують діаграми стану одно-, дво- і трикомпонентних систем?
- 127932288 Поняття хімічного потенціалу. Умови рівноваги в багатофазній системі.
- 21 Діаграми стану однокомпонентної системи. Умови розплавлення металів у вакуумі.
- 22 Особливості діаграм стану двокомпонентної системи 1 і 6 типів. На які питання можна відповісти за допомогою коноди?
- 23 В чому різниця між діаграмами стану двокомпонентної системи 2 і 3 типу? Різновиди твердих розчинів.
- 24 В чому різниця між діаграмами стану двокомпонентної системи 4 і 5 типу? Чим відрізняються міцні і неміцні проміжні сполуки?
- 25 Трикомпонентні системи. Властивості концентраційного трикутника. Як визначити склад трикомпонентної системи?

ДРУГИЙ МОДУЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ

- 1 Розчини. Основні поняття. Способи вираження складу розчину.
- 2 Розчинність газів у рідинах. Закон Генрі.
- 3 Закон Сивертса. Розчинність водню і азоту в залізі і сплавах на його основі.
- 4 Чому розчинність газів в рідинах і металах підпорядковується різним законам? Наведіть рівняння цих законів.

- 5 Тиск насиченої пари над розчинами. Закон Рауля.
- 6 Температури кипіння і замерзання розведених розчинів. Ебуліоскопічна і кріоскопічна сталі.
- 7 Закон розподілу Нернста-Шилова. Екстракція. Закони екстрагування
- 8 Зонна плавка.
- 9 Реальні розчини. Відхилення реальних розчинів від законів ідеальних.
- 10 Узагальнене рівняння Рауля. Термодинамічна активність. Коефіцієнт активності.
- 11 Поверхневий натяг. Крайовий кут змочування.
- 12 Адгезія і когезія. Коефіцієнт розтікання.
- 13 Вплив деяких факторів на поверхневий натяг. Ізотерма поверхневого натягу.
- 14 Явище адсорбції. Теорія адсорбції Ленгмюра.
- 15 Методи визначення поверхневого натягу.
- 16 Рівняння Гіббса для адсорбції.
- 17 Залежність адсорбції від зовнішніх умов. Ізотерма адсорбції.
- 18 Рівняння Фрейндліха і Ленгмюра для адсорбції.
- 19 Залежність швидкості гомогенних реакцій від концентрації і температури. Правило Вант - Гоффа.
- 20 Теорія активних зіткнень. Енергія активації і її зв'язок з тепловим ефектом реакції.
- 21 Кінетика гетерогенних реакцій. Стадії гетерогенних реакцій. Лімітуюча ланка.
- 22 Кінетика дифузійних процесів. Закон Фіка.
- 23 Каталітичні реакції. Види каталізу. Вимоги до каталізаторів. Промотори. Каталітичні отрути.
- 24 Кінетика кристалізації. Переохолодження. Критичний радіус зародка. Вплив співвідношення між швидкістю росту кристалів (ш.р.к.) і числом центрів кристалізації (ч.ц.к.) на розмір кристалів.
- 25 Регулювання процесів кристалізації. Модифікування розплавів. Модифікатори першого і другого роду.

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних занять з дисциплін “Фізична хімія” (для студентів спеціальностей 8.090403 “Ливарне виробництво чорних та кольорових металів” та 8.090101 “Прикладне матеріалознавство”) і «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва» (для студентів спеціальності 8.090205 «Обладнання ливарного виробництва») усіх форм навчання. Частина 1 / Укладач Міняйло Є.І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010 – 88 с.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисциплін “Фізична хімія” (для студентів спеціальностей 8.090403 “Ливарне виробництво чорних та кольорових металів” та 8.090101 “Прикладне матеріалознавство”) і «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва» (для студентів спеціальності 8.090205 «Обладнання

ливарного виробництва») усіх форм навчання. Частина 2 / Укладач Міняйло Є.І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010 – 75 с.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва» (для студентів спеціальностей 8.090205 «Обладнання ливарного виробництва») та «Фізична хімія» (для студентів спеціальності 8.090104 «Матеріалознавство в машинобудуванні» / Укладачі: Є.І. Міняйло, В.В. Луньов, Р.С. Біляков. – Запоріжжя: ЗДТУ, 1997. – 75 с.

4. Робоча програма, методичні вказівки до вивчення дисципліни «Фізична хімія» та виконання контрольної роботи для студентів спеціальності 8.090101 «Прикладне матеріалознавство» заочної форми навчання / Укладач: Міняйло Є.І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010 – 67 с.

5. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальності 6.050402 «Ливарне виробництво» / Укладач: Міняйло Є.І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015 – 38 с.

14. Рекомендована література

Основна

- 1 Жуховицкий А.А. Физическая химия [Текст] / А.А. Жуховицкий, Л.А. Шварцман. – М.: Металлургия, 1987. – 688 с.
- 2 Стромберг А.Г. Физическая химия [Текст] / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высш. шк., 1988. – 496 с.
- 3 Лебідь В.І. Фізична хімія [Текст] / В.І. Лебідь. – Харків: Фоліо, 2005. – 478 с.
- 4 Фізична хімія [Текст]: підручник / Л.С. Воловик, Є.І. Ковалевська, В.В. Манк та інш. – К.: Фірма «ІНКООС», Центр навчальної літератури, 2007. – 196 с.

Додаткова

- 5 Киреев В.А. Краткий курс физической химии [Текст] / В.А. Киреев. – М.: Химия, 1978. – 620 с.
- 6 Крестовников А.Н. Химическая термодинамика [Текст] / А.Н. Крестовников, В.Н. Вигдорович. – М.: Металлургия, 1973. – 256 с.
- 7 Физическая и коллоидная химия [Текст]: учеб. пособие / Д.П. Добычин, Л.И. Каданер, В.В. Серпинский и др. – М.: Просвещение, 1986. – 463 с.
- 8 Голиков Г.А. Руководство по физической химии [Текст] / Г.А. Голиков. – М.: Высш. шк., 1988. – 383 с.
- 9 Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 231 с.
- 10 Кубашевский О. Металлургическая термохимия [Текст]: пер. с англ. / О. Кубашевский, С.Б. Олкокк. – М.: Металлургия, 1982. – 390 с.
- 11 Термодинамические свойства неорганических веществ [Текст]: справочник / под ред. А.П. Зефирова. – М.: Атомиздат, 1965. – 460 с.

- 12 Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов [Текст] / М.Я. Меджибожский. – Киев-Донецк: Вища шк., 1986. – 280 с.
- 13 Меджибожський М.Я. Основи термодинаміки і кінетики сталеплавильних процесів [Текст] / М.Я. Меджибожский, П.С.Харлашин. – К.: Вища шк., 1993. – 327 с.
- 14 Технология металлов и материаловедения [Текст] / Б.В.Кнорозов, Л.Ф.Усова, А.В. Третьяков и др. – М.: Металлургия, 1987.-800 с.
- 15 Теоретические основы литейной технологии [Текст]: пособие для вузов / рук. авт. кол. А.Ветишка; пер. с чешск. – Киев: Вища шк., 1981. – 320 с.
- 16 Готвянський Ю.Я. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів [Текст] / Ю.Я.Готвянський. – К.: ІЗМН, 1996. – 392 с.

Інформаційні ресурси

<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>
<http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/364>
<http://library.zp.edu.ua/>
<https://lityo.com.ua/>
<https://scholar.google.com/>
<https://www.scopus.com/>
<https://www.clarivate.ru/>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Машини і технологія ливарного виробництва
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗПН 03 Фізична хімія

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: **Ливарне виробництво чорних та кольорових**

металів і сплавів
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 136-металургія
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри

Машини і технологія ливарного виробництва
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від “18” серпня 2020 р.

м. Запоріжжя 2020 р.

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Фізична хімія, ЗПН 03, вибіркова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Воденніков Сергій Анатолійович, д.т.н., проф., проф. кафедри МІТЛІВ
Контактна інформація викладача	Телефон кафедри - , телефон викладача – 067-456-24-36.
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Предметна аудиторія кафедри – 344, 217
Обсяг дисципліни	Кількість годин - 165 , кредитів - 5,5 , розподіл годин (лекції - 28 , практичні - 0 , семінарські - 0 , лабораторні - 14 , самостійна робота - 93 , індивідуальні заняття - 30), вид контролю - іспит
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
1. Фізика, хімія, вища математика 2. термодинаміка, кінетика, закон Гесса. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями 3. теоретичні основи ливарної технології, плавки металів і сплавів, металознавство, технологія ливарного виробництва.	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
Курс призначений для набуття студентами основ знань, необхідних для розуміння складних в фізико-хімічному аспекті металургійних та ливарних процесів, які відбуваються в плавильних агрегатах при плавці ливарних сплавів, а також при подальшому заливанні розплаву в форму, твердінні і кристалізації металу в ливарній формі. Знання законів фізичної хімії стосовно конкретних металургійних та ливарних процесів дозволяє виявити механізм протікання реакцій в розплавах і керувати ними аж до моменту заливання розплаву в ливарну форму або виливницю, створюючи тим самим сприятливі умови проведення технологічного процесу плавки. Вивчення характеру взаємодії компонентів в реальній системі, зв'язку між складом системи і її властивостями відкриває шляхи до розробки більш досконалих фізико-хімічних методів аналізу структури металу одержаних виливків і зливків. Подається перелік компетентностей, яких набуває студент при вивченні. Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Загальні компетентності: K03 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. K04 Здатність працювати в команді. K05 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. K06 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. K08 Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. K09 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Спеціальні (фахові, предметні) компетентності: K16 Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем виробництва виливків з кольорових сплавів. K17 Здатність демонструвати практичні інженерні навички відповідно до спеціалізації. K19 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних спеціальностей. K20 Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових завдань ливарного виробництва за спеціалізацією. K21 Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в ливарному виробництві.	

К22 Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в ливарному виробництві на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.

Додаткові (фахові) компетентності:

К36. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів.

К38. Здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

К48. Навички практичного використання знань металургії та ливарного виробництва чорних та кольорових металів і сплавів у лабораторних та промислово-виробничих умовах.

Результати навчання: Студенти отримують знання з даної дисципліни, матимуть змогу аналізувати вхідні дані для дослідження, пропонувати раціональні рішення з урахування підвищення структурних характеристик матеріалів, досягнення певної економічної ефективності. Уміти на основі аналізу термодинамічних розрахунків запропонувати найбільш зважені режими технологічного процесу та обґрунтовувати вибір технологічного процесу або прийняття певного рішення. Одержання поглиблених знань із вивчення діаграм стану, що обумовлюють здатність використовувати їх при аналізі результатів комплексного дослідження.. Вміти проаналізувати результати експериментальних досліджень структури та одержаних властивостей матеріалів і сформулювати висновки для прийняття обґрунтованих рішень.

Очікувані програмні результати навчання:

ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР02. Знання і розуміння інженерних наук , що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх дослідженнях.

ПР11. Вміти поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних знань відповідної спеціалізації металургії.

ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.

ПР17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.

Додаткові (фахові) очікувані програмні результати навчання:

ПР26. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, основ металургійних, ливарних процесів і технологій, засобів механізації і автоматизації ливарного виробництва.

ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Загальна мета дисципліни – передбачення перебігу хімічного процесу та кінцевого результату (хімічної рівноваги) у різних умовах на підставі даних про властивості молекул речовин, що складають систему, яка вивчається. Набуття студентами основ знань, необхідних для розуміння складних в фізико-хімічному аспекті металургійних, які відбуваються в плавильних агрегатах при плавці різноманітних сплавів, а також при подальшому заливанні розплаву в форму, твердінні і кристалізації металу.

5. Завдання вивчення дисципліни

Студенти повинні засвоїти основні принципи, правила та способи керування процесом формування властивостей металопродукції машинобудування (відливків, зливків) на етапах підготовки розплаву, виготовлення та заливання ливарної форми або виливниці; набутти навичок складання фізичної моделі технологічного процесу та опису її на мові термодинамічних співвідношень. Уміти на основі аналізу термодинамічної моделі розраховувати режими технологічного процесу та обґрунтовувати вибір технологічного процесу або прийняття певного рішення.

6. Зміст навчальної дисципліни

Розвинення знань та практичних навичок студентів в напрямку виконання розрахунків, що стосуються хімічних реакцій і фазових переходів на базі отриманих знань з термодинаміки та кінетики, з урахуванням структури реагуючих речовин та їх агрегатного стану.

Структура курсу

1. Вступ (предмет, задачі та зміст дисципліни). Хімічна термодинаміка. Загальна характеристика термодинамічного методу. Основні поняття. Функції стану і функції процесу. Внутрішня енергія, ентальпія, теплота, робота. Аналітичний вираз і формулювання першого закону термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки до хімічних процесів – термохімія. Теплові ефекти хімічних реакцій. Термохімічні рівняння. Закон Гесса. Теплоти утворення, згоряння, агрегатних перетворень, розчинення, нейтралізації. Розрахунки теплових ефектів хімічних реакцій за наслідками з закону Гесса. Перерахунок стандартних теплових ефектів до теплових ефектів при інших температурах. Аналітичний вираз і формулювання другого начала термодинаміки. Ентропія як міра імовірності. Обчислення зміни ентропії в різних процесах. Термодинамічні функції і зв'язок між ними. Застосування другого начала термодинаміки до процесів зміни агрегатного стану: випаровування, возгонки, плавлення, поліморфних перетворень. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для окремих речовин і хімічних реакцій.

2. Хімічна рівновага Термодинамічний вивід закону діючих мас. Константа рівноваги і способи її вираження в гомогенних і гетерогенних системах. Пружність дисоціації хімічної сполуки. Рівняння ізотерми хімічної реакції. Зрушення хімічної рівноваги при зміні температури, тиску і концентрації реагуючих речовин. Принцип Ле-Шательє. Залежність константи рівноваги від температури. Рівняння ізобари і ізохори хімічної реакції.

3. Фазові рівноваги. Основні поняття: фаза, компонент, число ступенів вільності, хімічний потенціал. Вивід і аналіз правила фаз Гіббса. Фазові діаграми (діаграми стану). Діаграма стану однокомпонентної системи. Термічний аналіз, криві охолодження. Діаграми двокомпонентних систем: з простою евтектикою; з обмеженою і необмеженою розчинністю в твердому стані; з утворенням стійких і нестійких хімічних сполук; з обмеженою розчинністю в рідкому стані. Трикомпонентні системи. Концентраційний трикутник і його властивості.

4. Теорія розчинів. Парціальні молярні величини. Рівняння Гіббса-Дюгема. Ідеальні розчини. Розведені розчини. Закон Генрі. Розчинність газів в металах. Розчинність водню і азоту в сплавах на основі заліза. Закон Рауля. Наслідки. Екстракція. Зонна плавка. Хімічний потенціал компонента досконалого розчину. Реальні розчини. Термодинамічна активність і коефіцієнт активності.

5. Поверхневі явища і адсорбція. Процеси на межі поділу фаз. Вільна енергія поверхні. Поверхневий натяг і поверхневий тиск. Адгезія і когезія. Вплив концентрації розчиненої

речовини на поверхневий натяг. Адсорбція. Термодинаміка адсорбції. Теорія адсорбції Лангмюра. Рівняння Гіббса для адсорбції. Методи вимірювання поверхневого натягу. Поверхневі явища в металургії.

6. Хімічна кінетика і каталіз. Закон діючих мас і кінетичні рівняння реакції. Константа швидкості. Реакції першого, другого і третього порядку. Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. Енергія активації. Теорія активних зіткнень. Рівняння Арреніуса. Гетерогенні реакції в металургійному виробництві. Багатостадійність процесів. Вплив величини поверхні і коефіцієнтів дифузії на швидкість масопередачі. Кінетичний і дифузійний режим реакції. Кінетика кристалізації. Сучасні теорії утворення зародка. Термодинамічні умови виникнення сферичного зародка. Каталіз і хімічна рівновага. Вплив каталізаторів на кінетичні параметри реакцій. Гомогенний каталіз. Гетерогенний каталіз.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1.	Вступ	Лекц.	0,5
2.	Хімічна термодинаміка Перший закон (начало) термодинаміки Другий закон термодинаміки	Лекц., лаб. с.р.- (6,5, 2, 15)	23,5
3.	Хімічна рівновага	Лекц., с.р.- (4, 15)	19,0
4.	Фазові рівноваги в багатокомпонентних системах	Лекц., лаб. с.р.- (3, 4, 16)	22,0
5.	Теорія розчинів	Лекц., лаб. с.р.- (5, 8, 15)	28,0
6.	Поверхневі явища і адсорбція	Лекц., . с.р.- (3, 15)	18,0
7.	Хімічна кінетика і каталіз	Лекц., с.р.- (6, 16)	22,0

8. Самостійна робота

Кількість самостійної роботи – 93 год., при тижневому навантаженні – 3,21 год.. Самостійна робота включає: підготовку та засвоєння лекційного матеріалу; виконання двох РГЗ та додатково, виконання індивідуальної курсової роботи (30 год.) Кожні РГЗ студент здає на протязі напівсеместра до здачі рубіжного контролю. Викладачем надається консультаційна допомога – 1,5 год. на тиждень згідно графіку консультацій. Термін здачі курсової роботи - кінець семестру, до підсумкового контролю.

9. Система та критерії оцінювання курсу

Семестровий курс «Фізична хімія» розбито на 2 модулі. Кожний модуль має ряд поточних контрольних заходів і закінчується підсумковим модульним контролем, обов'язковим для студента. Підсумковий модульний контроль проводиться під час контрольних тижнів за затвердженим розкладом. За кожний вид поточного і рубіжного (модульного) контролю студент отримує бальні оцінки, які підсумовуються в межах модулю і є надалі складовою підсумкової бальної оцінки за усі модулі дисципліни за весь семестр.

Види поточного контролю: - робота в аудиторії під час лекційних занять (до 10 балів); опанування практичними навичками та певним переліком знань під час лабораторних занять (до 20 балів).

Поточний контроль здійснюється у кожній групі під час проведення аудиторних лекційних і лабораторних занять.

Рубіжний контроль проводиться наприкінці кожного напівсеместру, коли студент складає

рубіжний модуль з теоретичних питань (кожний оцінюється до 60 балів).

Система бальних оцінок видів поточного і рубіжного контролю за модулями.

1. Лабораторний практикум (на кожний модуль) складається з двох лабораторних робіт, кожна з яких може бути максимально оцінена в 10 балів. Оцінки виставляються за такими критеріями:

- 10 балів – лабораторну роботу виконано повністю без помилок, студент приймав активну участь у виконанні роботи, володіє методикою виконання, під час захисту виявив всебічні глибокі знання програмного матеріалу;
- 6-8 балів – лабораторна робота виконана повністю без помилок, студент виявив достатні знання основного програмного матеріалу, припускаючись окремих незначних помилок;
- до 5 балів – лабораторна робота виконана невірно, в теоретичних знаннях студента є багато прогалин, не досить впевнено володіє основними термінами і методикою виконання роботи.

2. Самостійна робота студента. Під час самостійної роботи студент повинен поглиблено опрацювати теоретичний матеріал в межах заданої теми з використанням рекомендованих джерел та лекційного конспекту; виконати числові розрахунки в завданні і зробити обґрунтовані висновки. Робота підлягає захисту (оцінюється у 10 балів).

Максимально можлива бальна оцінка, яку студент може отримати за кожний з двох модулів становить 100 балів. Підсумковий модуль за семестр дорівнює середньоарифметичному двох рубіжних модулів. Студенти, що отримали за кожний з двох модулів не менше 50 балів, отримують екзаменаційну оцінку автоматично.

10. Політика курсу

У разі відвідування всіх занять і своєчасного виконання всіх частин індивідуального завдання та курсової роботи може здійснюватися контроль навчання при активній роботі студентів на лекціях, виконанні та захисті лабораторних робіт, контролі і здачі курсової роботи та заліку. Для студентів денної форми навчання проводиться усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування. Для кінцевого контролю використовується наступна схема оцінювання розподілу балів (за засвоєння тем курсу) з отриманням підсумкової середньозваженої оцінки:

Академічна доброчесність: студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших студентів. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

11. Рекомендована література

Основна

- 1 Жуховицкий А.А. Физическая химия [Текст] / А.А.Жуховицкий, Л.А.Шварцман. – М.: Металлургия, 1987. – 688 с.
- 2 Стромберг А.Г. Физическая химия [Текст] / А.Г.Стромберг, Д.П.Семченко. – М.: Высш.шк., 1988. – 496 с.
- 3 Лебідь В.І. Фізична хімія [Текст] / В.І.Лебідь. – Харків: Фоліо, 2005. – 478 с.
- 4 Фізична хімія [Текст]: підручник / Л.С.Воловик, Є.І.Ковалевська, В.В.Манк та інш. – К.: Фірма «ІНКІОС», Центр навчальної літератури, 2007. – 196 с.

Додаткова

- 5 Киреев В.А. Краткий курс физической химии [Текст] / В.А.Киреев. – М.: Химия, 1978. – 620 с.
- 6 Крестовников А.Н. Химическая термодинамика [Текст] / А.Н.Крестовников, В.Н.Вигдорович. – М.: Металлургия, 1973. – 256 с.
- 7 Физическая и коллоидная химия [Текст]: учеб. пособие / Д.П.Добычин, Л.И.Каданер, В.В.Серпинский и др. – М.: Просвещение, 1986. – 463 с.
- 8 Голиков Г.А. Руководство по физической химии [Текст] / Г.А.Голиков. – М.: Высш.

шк., 1988. – 383 с.

9 Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / под ред. А.А.Равделя и А.М.Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 231 с.

10 Кубашевский О. Metallургическая термoхимия [Текст]: пер. с англ. / О.Кубашевский, С.Б.Олкокк. – М.: Metallургия, 1982. – 390 с.

11 Термoдинамические свойства неорганических веществ [Текст]: справочник / под ред. А.П.Зефиpова. – М.: Атомиздат, 1965. – 460 с.

12 Меджибожский М.Я. Основы термoдинамики и кинетики сталеплавильных процессов [Текст] / М.Я. Меджибожский. – Киев-Донецк: Вища шк., 1986. – 280 с.

13 Меджибожський М.Я. Основи термoдинаміки і кінетики сталеплавильних процесів [Текст] / М.Я. Меджибожський, П.С.Харлашин. – К.: Вища шк., 1993. – 327 с.

14 Технология металлов и материаловедения [Текст] / Б.В.Кнорозов, Л.Ф.Усова, А.В.Третьяков и др. – М.:Metallургия, 1987.-800 с.

15 Теоретические основы литейной технологии [Текст]: пособие для вузов / рук. авт. кол. А.Ветишка; пер. с чешск. – Киев: Вища шк., 1981. – 320 с.

16 Готвянський Ю.Я. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів [Текст] / Ю.Я.Готвянський. – К.: ІЗМН, 1996. – 392 с.

Інформаційні ресурси

<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>

<http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/364>

<http://library.zp.edu.ua/>

<https://lityo.com.ua/>

<https://scholar.google.com/>

<https://www.scopus.com/>

<https://www.clarivate.ru/>