

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

Кафедра Машини і технологія ливарного виробництва



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Перший проректор

В.Г. Прушківський

” 09 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА  
навчальної дисципліни

**Фізична хімія»**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 132 Матеріалознавство

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство, Термічна обробка металів (назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Фізико-технічний, Інженерно-фізичний, (найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма з дисципліни «Фізична хімія» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітня програма «Прикладне матеріалознавство», «Термічна обробка металів»  
„21” 08 \_\_\_\_\_, 2019 року – 16 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: 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 “ 22 ” 08 2019 року, протокол № 1

Завідувач кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва»

\_\_\_\_\_ (підпис) (Луцьков В.В.) (прізвище та ініціали)  
“22” 08. 2019 року

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету (інституту) за напрямом підготовки (спеціальністю) 132 «Матеріалознавство»  
(код, назва)

Протокол від “ 17 ” 09 \_\_\_\_\_ 2019 року № 1

“17” 09 \_\_\_\_\_ 2019 року Голова \_\_\_\_\_ (Климов О.В.) (підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\* Прикладне матеріалознавство, Термічна обробка металів

«09» \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2019 року Керівник групи \_\_\_\_\_ (Ткач Д.В.) (підпис) (прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
	Спеціальність <u>132 Матеріалознавство</u> (шифр і назва)		
Модулів – 3	Освітні програми: Прикладне матеріалознавство, Термічна обробка металів	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 6		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 90		4-й	4-й
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4,4	Освітній рівень: Бакалавр	14 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		14 год.	2 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		0 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		62 год.	84 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b> 0 год.			
Вид контролю: іспит			

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 20% на 80%

для заочної форми навчання – 8% на 92%

## 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

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

**Мета:** 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 плавлі різноманітних сплавів, а також при подальшому заливанні розплаву в форму, твердінні і кристалізації металу.

**Завдання:** 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; набути 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.

### Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця

Фізична хімія є базовою дисципліною для вивчення фахових дисциплін, наприклад теоретичної та практичної металургії, металознавства, тощо.

### 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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен засвоїти:

## 2. Перелік компетентностей

**Інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, пов'язані з розробкою, застосуванням, виробництвом та випробуванням металевих та неметалевих композиційних матеріалів та виробів на їх основі, у професійній діяльності та у процесі навчання що передбачає застосування теорій та методів фізики, хімії та механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов К1.01

### Загальні компетентності:

- |  |                |
|--|----------------|
| Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу | <b>КЗ .01.</b> |
| Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях  | <b>КЗ .02.</b> |
| Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями     | <b>КЗ .03.</b> |

Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

**КЗ .08.**

Здатність спілкуватися іноземною мовою

**КЗ .9.**

Здатність працювати в команді

**КЗ .11.**

### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства **КС.03;**

Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства **КС.04.;**

Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем **КС.05;**

Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань **КС.06.;**

Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства **КС.07;**

Здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності **КС.08.**

**Очікувані програмні результати навчання:** **ПРН2** знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми; **ПРН9** уміти експериментувати та аналізувати дані; **ПРН10** уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства; **ПРН13** розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей; кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення; **ПРН14** використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів.

### **3. Програма навчальної дисципліни Лекційний курс**

№ модуля	№№ тем	Назва розділу/теми та її зміст	Тривалість (годин)
1	2	3	4
1	1	<b>ВСТУП</b> 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	0,5

		<p>фізичної хімії для металургії.</p> <p>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.</p> <p>Загальна характеристика теоретичних методів фізичної хімії: термодинамічний, квантово-механічний, квантово-статистичний, молекулярно-кінетичний. Досягнення сучасної вітчизняної науки і техніки в області металургії.</p> <p style="text-align: center;"><b>Розділ I. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Перший закон (начало) термодинаміки</b></p> <p>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.</p> <p>Застосування першого закону термодинаміки до хімічних процесів – термохімія. Теплові ефекти хімічних реакцій. 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.</p>	3,5
1		<p style="text-align: center;"><b>Другий закон (начало) термодинаміки</b></p> <p>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</p>	

	2	<p>Гельмгольца з застосуванням таблиць стандартних величин</p> <p><b>Розділ II. ХІМІЧНА РІВНОВАГА</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p>	2
	3	<p><b>Розділ III. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ В БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМАХ</b></p> <p>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.</p>	2
2	4	<p><b>Розділ IV. ТЕОРІЯ РОЗЧИНІВ</b> <b>Розчини неелектролітів</b></p> <p>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.</p>	1,5
	5	<p><b>Розділ V. ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА І АДСОРБЦІЯ</b></p> <p>Процеси на межі поділу фаз. Вільна енергія поверхні. Поверхневий натяг і поверхневий тиск. Умови рівноваги краплі рідини на поверхні твердого тіла. Крайовий кут</p>	1,5

6	<p>змочування. Адгезія і когезія. Коефіцієнт розтікання. Ізотерма поверхневого натягу. Вплив концентрації розчиненої речовини на поверхневий натяг. Поверхнево-активні і поверхнево-інактивні речовини.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;"><b>Розділ VI. ХІМІЧНА КІНЕТИКА І КАТАЛІЗ</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Кінетика гомогенних реакцій</b></p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;"><b>Кінетика гетерогенних реакцій</b></p> <p>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.</p>	3
	<p style="text-align: center;"><b>Каталіз</b></p> <p>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.</p>	

#### 4. 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
<b>Модуль 1.</b>												
<b>Змістовий модуль 1</b> Вступ до дисципліни, Хімічна	15	4	4	-	-	7	15	1	-	2	-	12



термодинаміка												
<b>Змістовий модуль 2</b> Хімічні рівноваги	15	2	4	-	-	9	15	1	-	-	-	14
<b>Змістовий модуль 3</b> Фазові рівноваги в багатоконпонентних системах	15	2	2	-	-	11	15	0,5	-	-	-	14,5
Разом за модулем 1	45	8	10	-	-	27	45	2,5	-	2	-	40,5
<b>Модуль 2.</b>												
<b>Змістовий модуль 4</b> Розчини	15	1,5	-	-	-	13,5	15	0,5	-	-	-	14,5
<b>Змістовий модуль 5</b> Фізико-хімія поверхневих явищ. Абсорбція.	15	1,5	-	-	-	13,5	15	0,5	-	-	-	14,5
<b>Змістовий модуль 6</b> Кінетика хімічних реакцій	15	3	4	-	-	8	15	0,5	-	-	-	14,5
Разом за модулем 2	45	6	4	-	-	35	45	1,5	-	-	-	43,5
<b>Усього годин</b>	90	14	14	-	-	62	90	4	-	2	-	84

### 5. Темі практичних занять

№№ 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 легкої рідини	4
4	Визначення коефіцієнту розподілу речовини між двох рідин, котрі не змішуються	4

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин <sup>x)</sup>
1	Вступ, хімічна термодинаміка	7/13
2	Хімічні рівноваги	9/14
3	Фазові рівноваги в багатоконпонентних системах	11/14,5
4	Розчини	13,5/14,5
5	Фізико-хімія поверхневих явищ. Абсорбція.	13,5/14,5
6	Кінетика хімічних реакцій	18/14,5

	Разом	62/84
--	-------	-------

<sup>x)</sup> – чисельник- денна, знаменник – заочна форма навчання.

## 7. Індивідуальні завдання

1. Визначення зміни ентальпії  $\Delta H_T$ , енергії Гіббса  $\Delta G_T$  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.

## 8. Методи навчання

розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;

- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

## 9. Очікувані результати навчання з дисципліни

Розуміння закономірностей впливу термодинамічних процесів на виплавку металу очікуваної якості. Вміння використовувати окремі поверхневі явища у вдосконаленні металургійних процесів та оптимізації кінетичних показників плавки металу, а також вміння використовувати діаграми двоконпонентних та триконпонентних систем в якості прогнозованого очікування структурних змін на стадіях виготовлення виробів для забезпечення необхідного рівня механічних та експлуатаційних властивостей.

## 10. Методи контролю

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на практичних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування.

### Перелік методичних та технічних засобів

1. Перелік практичних робіт.

2. Плани виконання робіт.
3. Методичні вказівки до практичних робіт.
4. Індивідуальні завдання для виконання практичних робіт.
5. Перелік питань до рубіжного контролю (№1 та №2)
6. Тестові завдання і задачі до рубіжного контролю (№1 та №2)
7. Критерії оцінювання знань за результатами рубіжного контролю (№1 та №2)
8. Перелік питань до заліку (заочне).

## **11. Засоби 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. Практикум (на кожний модуль) складається з трьох практичних занять, кожна з яких може бути максимально оцінена в 10 балів. Оцінки виставляються за такими критеріями:

- 10 балів – практичні розрахунки виконані повністю без помилок, студент володіє методикою виконання, під час захисту виявив всебічні глибокі знання програмного матеріалу;
- 6-8 балів – практичні розрахунки виконані повністю без помилок, студент виявив достатні знання основного програмного матеріалу, припускаючись окремих незначних помилок;
- до 5 балів – практичні розрахунки виконані 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)
Практичні заняття	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	<b>A</b>	відмінно	
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>		
60-69	<b>E</b>	задовільно	
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

У разі невідвідування занять з певних тем та несвоєчасного виконання розділів оцінка може знижуватись шляхом віднімання певної кількості балів у відповідності до вищевказаної таблиці. Зниження оцінки може бути скомпенсоване шляхом відпрацювання пропущених занять та виконання додаткових завдань.

**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.

## 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  $\Delta H$  і  $\Delta I$ .
- 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?
- 20 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 криоскопічна 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.Луцьков, 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: Фолю, 2005. – 478 с.

4 Фізична хімія [Текст]: підручник / Л.С.Воловик, Є.І.Ковалевська, В.В.Манк та інш. – К.: Фірма «ІНКОС», 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.Зефирова. – 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. 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.: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.



## СИЛЛАБУС ФІЗИЧНА ХІМІЯ

**Тип:** вибіркова

**Курс (рік навчання):** 2-й

**Семестр:** 4-й

**Кредити:** 3

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

**Розподіл годин:** загальна кількість 90 годин (14 лекцій, 14 практичних занять, 62 годин самостійної роботи).

Лекції, практичні заняття, індивідуальна робота.

**Мета:** 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 плавлі різноманітних сплавів, а також при подальшому заливанні розплаву в форму, твердінні і кристалізації металу.

**Завдання:** 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; набути 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.

**Вміст курсу:** 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.

Курс складається з 3.0 кредитів. Паралельно з лекційним курсом студенти матимуть практичні заняття, кожне з яких буде присвячено засвоєнню теоретичного матеріалу та набуттю навичок в опануванні термодинамічних розрахунків хімічних процесів, визначенню кінетики процесів та умов фазових перетворень.

### **Результати навчання:**

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

Студенти отримують всебічні 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 обґрунтувати вибір технологічного процесу або прийняття певного рішення. Одержання поглиблених знань із вивчення діаграм стану, що обумовлюють здатність грамотно використовувати їх при аналізі результатів комплексного дослідження. Вміти проаналізувати результати експериментальних досліджень структури та одержаних властивостей матеріалів і сформулювати висновки для прийняття обґрунтованих рішень.

Важливим є також наступне:

1. Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства;
2. Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства;
3. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем;
4. Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми, пов'язані з використанням діаграм стану;
5. Здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань;
6. Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства;
7. Здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності.
8. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем на основі досліджень в рамках спеціалізації.
9. Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми, пов'язані з використанням діаграм стану.

**Оцінювання:** 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. Практикум (на кожний модуль) складається з трьох практичних занять, кожна з яких може бути максимально оцінена в 10 балів. Оцінки виставляються за такими критеріями:

- 10 балів – практичні розрахунки виконані повністю без помилок, студент володіє методикою виконання, під час захисту виявив всебічні глибокі знання програмного матеріалу;
- 6-8 балів – практичні розрахунки виконані повністю без помилок, студент виявив достатні знання основного програмного матеріалу, припускаючись окремих незначних помилок;
- до 5 балів – практичні розрахунки виконані 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.

**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)
Практичні заняття	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	<b>A</b>	відмінно	
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

У разі відвідування всіх занять і своєчасного виконання всіх частин індивідуального завдання та курсової роботи може здійснюватись 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.

### 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 «ІНКОС», 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. 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.:Металлургия, 1987.-800 с.

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

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