



## 30 12.2 Фізико-хімічні основи поліграфії. Частина 2. Основи фізико-хімічних перетворень у виробничих процесах Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>18 Виробництво та технології</i>
Спеціальність	<i>186 Видавництво та поліграфія</i>
Освітня програма	<i>Технології друкованих і електронних видань</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки,	<i>1 курс, весняний семестр (2)</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS /150 годин (лекції – 6 год., лаб. – 6 год., СРС – 138) год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні	<i>Екзамен/ДКР</i>
Розклад занять	<i>Roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: професор кафедри репрографії, доктор технічних наук, професор Штефан Євгеній Васильович, <a href="mailto:eshtefan@ukr.net">eshtefan@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i>Платформа дистанційного навчання Сікорський: <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7283">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7283</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Фізична хімія є теоретичною базою багатьох технологічних процесів видавничо-поліграфічних виробництв. Переважна більшість технологічних процесів отримання поліграфічних виробів базуються на уявленнях і законах фізичної хімії. Курс включає лекційні та лабораторні заняття разом з самостійною роботою студентів.

**Мета дисципліни** полягає у наданні студентам загального взаємопов'язаного уявлення щодо: властивостей типових хімічних елементів, що використовуються у поліграфічній галузі; термодинамічного обґрунтування типових технологічних операцій поліграфічних виробництв; фізико-хімічних закономірностей стабілізації поліграфічних відбитків.

**Предмет навчальної дисципліни** полягає у вивченні теоретичних та прикладних основ фізико-хімічних перетворень у виробничих процесах поліграфії.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи поліграфії». Частина 2. Основи фізико-хімічних перетворень у виробничих процесах» студенти опановують знання: закономірностей проходження хімічного процесу та його кінцевого результату - стану термодинамічної рівноваги; основних факторів, що визначають фізико-хімічні перетворення у видавничо поліграфічних процесах на основі теорій поверхневих явищ, теорії розчинів та теоретичних основ хімічної кінетики;

вміння: аналізувати та оцінювати фізико-хімічні аспекти технологічних процесів поліграфічних виробництв;

досвід застосування положень хімічної термодинаміки, закономірностей хімічних перетворень речовин у дисперсних багатофазних матеріалах, теорії високомолекулярних сполук та поверхневих явищ для ефективного проведення аналізу виробничих процесів.

#### **Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності видавництва та поліграфії або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів технічних, природничих, гуманітарних, соціальних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

#### **Загальні компетентності (ЗК)**

ЗК 01 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 03 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 08 Здатність працювати в команді

#### **Програмні результати навчання (ПРН)**

ПРН 01 Застосовувати теорії та методи математики, фізики, хімії, інженерних наук, економіки для розв'язання складних задач і практичних проблем видавництва і поліграфії.

ПРН 04 Організувати свою діяльність для роботи автономно та в команді.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Для успішного засвоєння дисципліни необхідне засвоєння базових знань з фізики, хімії та вищої математики, а також з дисциплін ЗО 12.1. «Фізико-хімічні основи поліграфії. Частина 1. Неорганічна та органічна хімія», ПО 01 «Вступ до спеціальності» та ПО 03 «Поліграфічні матеріали». Дисципліна забезпечує подальше вивчення професійної дисципліни ПО 06 «Технології поліграфічного виробництва».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Вступ. Основи фізико-хімічних перетворень у технологічних процесах поліграфічних виробництв.

Розділ 1. Основи хімічної термодинаміки

Розділ 2. Кінетичні аспекти термодинаміки хімічних перетворень речовин

Розділ 3. Фізико-хімічні перетворення у дисперсних матеріалах.

Розділ 4. Фізико-хімічні основи полімеризаційних процесів

Розділ 5. Поверхневі явища у дисперсних матеріалах

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Шульженко О. О. Хімія [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Поліграфічні машини та автоматизовані

комплекси»/уклад.: О. О. Шульженко, А. Є. Шпак, Р. А. Хохлова: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 178 с.

2. Шульженко О.О. Неорганічна та органічна хімія: Основні поняття. Будова атома. Хімічний зв'язок [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія», спеціалізації «Поліграфічні медіатехнології» / О. О. Шульженко, А. Є. Шпак.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 177 с. — Електронне видання. Назва з екрана. — Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25732>

3. Булавін В.І. Загальна хімія: навчальний посібник для студентів хіміко-технологічних та нехімічних спеціальностей денної та заочної форми навчання. – Харків: ХПІ, 2019. – 373 с.

4. Фізико–хімія сучасних неорганічних матеріалів [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» /Б.Ю. Корнілович, І.В. Пилипенко, І.А. Ковальчук; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,62 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 134 с.

5. Фізична хімія. Хімічна термодинаміка [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / уклад.: Т.А. Каменська, Г.А. Рудницька, М.Є. Пономарьов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,594 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 257 с.

#### **Додаткова література :**

1. Костржицький А.І., Калінков О.Ю., Тищенко В.М., Берегова О.М. Ф 50 Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с. ISBN 978L966L364L

2. Фізико-хімічні основи термодинаміки : навчально-методичний посібник / А. О. Ширікалова, Я. Ф. Бурдіна, Г. П. Косінська. — Одеса : Астропринт, 2022. — 52 с. ISBN 978–966–927–818–0

3. Фізична хімія. Хімічна кінетика. Каталіз : практикум / О. В. Перлова, Л. М. Солдаткіна. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 104 с. ISBN 978-617-689-414-8

4. Практичний курс фізичної хімії. Навчальний посібник / І.М. Курмакова, О.С. Бондар Чернігів: НУЧК, 2018. – 100 с.

5. Фізико-хімічні основи технологій поліграфічних виробництв: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт студентів напряму підготовки 6.051501 «Видавничо-поліграфічна справа» / Уклад. Р. А. Хохлова, К. І. Золотухіна — К.: НТУУ «КПІ» ВПІ, 2015. – 51 с.

6. Штефан Є.В. Моделювання зневоднення дисперсних матеріалів при виготовленні друкарського паперу /Є.В.Штефан, О.В. Зоренко // Технологія і техніка друкарства. — 2021. — № 3(73). — С. 59–70. DOI: 10.20535/2077-7264.3(73).2021.253702

7. Physical chemistry of modern inorganic materials [electronic resource]: a textbook for students specialty 161 "Chemical technologies and engineering", specialization "Chemical technologies of inorganic ceramic materials" / В.Ю. Kornilovych, І.В. Pylypenko, І.А. Kovalchuk; Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – Electronic text data (1 file: 3.62 MB). – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021. – 134 p.

8. Shtefan Ye, Serogin O. Physic-chemical aspects of energy substitution technologies in modern production processes of printing enterprises / Scientific explorations and practical achievements of the period of global challenges : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2024. 239 p. - p. 229-239.- ISBN 979-8-9895146-2-5 DOI : 10.51587/9798-9895-14625-2024-117

9. Штефан Є.В., Осьмак О.О., Серьогін О.О. / Реалізація фізико-хімічних аспектів створення альтернативних джерел енергії при модернізації інфраструктури виробничих підприємств // Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України : матеріали

II Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 24–26 квітня 2024 року) у 3-х т. ; Т. 2 / за ред. О. В. Чепелюк. – Одеса : Олді+, 2024. – 420 с.- с.315-318.

10. Mikhailov A. O., Shtefan Ye. V., Mikhailov O. V., Shtern M. B. Physico-chemical mechanics of dispersed powder materials in shape formation processes // Perspectives of contemporary science: theory and practice. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua". Lviv, Ukraine. 2024. Pp. 461-467. URL: <https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-perspectivesof-contemporary-science-theory-and-practice-26-28-05-2024-lviv-ukrayina-arhiv/>.

11. Pashchenko B. Shtefan Ye., Sanchenko V. Ultrafiltration methods implementation for liquid waste reuse technologies / Innovative resources of modern science : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. 186 p. - p.178-186. ISBN 979-8-9866959-0-7 DOI: 10.51587/9798-9866-95907-2022-009-178-186

12. Cavitation Wearing of Modified Ceramics / E. Shtefan / Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. Proceedings of the 3rd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2020, June 9-12, 2020, Kharkiv, Ukraine – Volume 2: Mechanical and Chemical Engineering.- pp 24-31. [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-50491-5\\_3/](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-50491-5_3/).

13. Mikhailov, A., Shtefan, Y., Mikhailov, O., & Shtern, M. (2024). Method for the Determination of Rational Constructional and Technological Parameters for the Processes of Powder Materials Forming. In Key Engineering Materials (Vol. 973, pp. 53–60). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-n63szt> <https://www.scientific.net/KEM.973.53> )

14. Ye. Shtefan. The rational constructional and technological parameters determination method for powder materials forming processes / UMRS 8th International Materials Science Conference HighMatTech-2023, October 2-6, 2023 / HighMatTech-2023 Kyiv, Ukraine Book of Abstracts.- p. 140.

15. Shtefan Ye. Practice of Ecological Management of Waste Disposal with Elements of Printing Design / Shtefan Ye., Seryohin O.O., Ilyenko B.K., Chorny Yu. A. // Design Energotekhnologii i resursoberegeniie. [Energy Technology and Resource Saving]. 2022. No. 3. pp. 86–95. ISSN 2413-7723 (Print), ISSN 2664-3561 (On-line), DOI: 10.33070/etars.3.2022

16. Shtefan Ye, Serogin O. Energy-saving technologies for disposal of waste with printing design elements / Theoretical and practical aspects of modern scientific research : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. 256 p. – p. 91-103., DOI: 10.51587/9781-7364-13371-2022-007

17. Shtefan Ye., Pashchenko B. The liquid waste disposal innovative technologies of printing enterprises / Modern scientific strategies of development : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2022. 349 p.- p.290-298. ISBN 978-1-7364133-9-5 DOI: 10.51587/9781-7364-13395-2022-008

18. Зоренко О. В. Трибологічний аналіз системи «друкарська форма глибокого методу друку—відбиток» / О.В. Зоренко, О.В. Стефанишена, Р.А.Хохлова, Є.В. Штефан // Технологія і техніка друкарства. — 2021. — № 1(71). — С. 37–50. Режим доступу: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(71\).2021.228973](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(71).2021.228973)

19. Величко О.М. Матеріали зі спеціальними властивостями [Текст]: навч.посіб./ О.М. Величко, С.Ф.Гавенко, К.І. Золотухіна – Львів, УАД:2016.- 155 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://www.library.kpi.ua>

2. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://www.ela.kpi.ua>

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Основні методи навчання: - пояснювально-ілюстративний (для лекційних занять); - інформаційно-рецептивний (з використанням електронних презентацій, навчально-методичної літератури та наведеної інформації, фактів, оцінок, висновків) - наочний (з використанням ілюстраційних презентацій, спостережуваних наочних прикладів, демонстрація кліпів фірм-розробників і постачальників технологій, апаратно-програмного забезпечення, обладнання і матеріалів) - репродуктивний (застосовується у процесі виконання практичних завдань за рекомендаціями на прикладах).

Студенту на першому занятті видається весь перелік теоретичних тем та лабораторних занять, методологічні аспекти щодо виконання, захисту та оцінювання робіт.

Рівень опанування матеріалу (як практичного, так і теоретичного) визначається викладачем за результатами захисту кожної лабораторної роботи.

#### **Теми лекції та перелік основних питань**

##### **На аудиторні заняття виноситься наступний матеріал**

**Вступ.** Основи фізико-хімічних перетворень у технологічних процесах поліграфічних виробництв.

**ТЕМА 1.1. Термодинамічні основи фізико-хімічних перетворень.** Виникнення і розвиток термодинаміки. Термінологічні особливості. Типи термодинаміки. Поняття термодинамічної системи. Класифікація термодинамічних систем. Приклади термодинамічних систем у виробничих процесах поліграфічних виробництв. (Лек. 1)

**ТЕМА 2.1. Швидкість хімічних реакцій.** Фазова рівновага. Оборотноість хімічних реакцій. Критерії завершення хімічного перетворення. Термодинамічні особливості хімічних перетворень. Ознаки та властивості хімічної рівноваги. Закон діючих мас для рівноважного стану хімічних процесів. Вплив температури та каталізатора на хід хімічного перетворення. Динаміка стану хімічної рівноваги за принципом Ле Шательє-Брауна. (Лек. 1)

**ТЕМА 3.1. Основні поняття та класифікація дисперсних систем.** Загальні уявлення про дисперсні системи. Класифікація дисперсійних систем за основними ознаками. Властивості дисперсійних систем. Вплив дисперсності на фізико-хімічні процеси. Загальні відомості про колоїдні дисперсні системи. Утворення колоїдних розчинів. Методи утворення колоїдних систем. (Лек. 2)

**ТЕМА 4.1. Класифікація високомолекулярних сполук (ВМС), сфери використання, властивості, типи їх утворення.** Застосування ВМС у поліграфічних технологіях. Поняття та властивості високомолекулярних сполук. Класифікація високомолекулярних сполук. Характеристики ВМС та особливості їх застосування в поліграфії. Розчини високомолекулярних сполук та їх властивості. Особливості іонізації функціональних груп молекул ВМС. Ефект набрякання високомолекулярних сполук. Поняття про гелі та драглі. Драглювання розчинів високомолекулярних сполук. Здатність полімерів до набрякання. Способи отримання ВМС. Характерні ознаки полімеризації. Кількісні параметри полімеризації. Класифікація способів полімеризації. (Лек. 2)

**ТЕМА 5.1. Термодинамічна рівновага поверхневого шару з об'ємними фазами у дисперсних системах.** Поняття та класифікація поверхневих явищ, їх місце та роль у технології виготовлення поліграфічної продукції. Кінетика поверхні поділу фаз. Механізм виникнення поверхневої енергії. Поверхневий натяг. Одиниці вимірювання та методи визначення поверхневого натягу. Фактори, що впливають на величину поверхневого натягу. Поверхнево-активні, поверхнево - інактивні, поверхнево - неактивні речовини.



Полярність речовин. Вплив природи фаз, що межують, на поверхневий натяг. Вплив величини крайового кута змочування. Способи підвищення змочування поверхонь у поліграфічних технологіях. (Лек. 3)

**Теми лабораторних робіт та основні елементи завдань**  
**На аудиторні заняття виносяться наступні лабораторні роботи**

**ЛР1. Аналіз фізико-хімічних явищ у технологіях поліграфічного виробництва.** Обрати виріб поліграфічного виробництва. На основі аналізу можливих методів друку, що забезпечують необхідні параметри інформаційного потоку (з використанням, наприклад табл.1.1, тема 1) обрати спосіб друкарського процесу (до друкарського та після друкарського тощо). Визначити основні елементи наповнення матеріального потоку обраного способу виготовлення заданого виробу. Визначити основні елементи наповнення енергетичного потоку обраного способу виготовлення заданого виробу. Описати фізико-хімічні особливості (перетворення), що визначають взаємодію матеріальних та енергетичних потоків у межах обраних технологічних операцій друкарського процесу.

**ЛР 5. Швидкість хімічних перетворень і хімічна рівновага.** Експериментально визначити залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин та від температури на прикладі суміші розчинів тіосульфату натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і сірчаної кислоти. Експериментально дослідити вплив: - каталізатора на швидкість реакції на прикладі розкладання перекису водню та двоокису марганцю за участю каталізатора; - величини поверхні реагуючих речовин на швидкість реакції в гетерогенній системі; - концентрації реагуючих речовин та температури на зміщення хімічної рівноваги.

**ЛР 6. Дослідження фазової рівноваги фізико-хімічних перетворень речовин.** Для хімічного перетворення гідрокарбоната аммонія

(  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  (кр)  $\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$  (г) +  $\text{CO}_2$  (г) +  $\text{NH}_3$  (г) ) визначити число незалежних компонентів, фаз і ступенів вільності у рівноважному стані даної термодинамічної системи. Визначити коефіцієнт розподілу янтарної кислоти між ефіром та водою та записати закон розподілу для даної системи у формі рівняння Шилова — Лепінь. Дослідити процес екстрагування йоду з водного розчину з використанням сірковуглецю, визначити кратність експериментів для досягнення заданого вмісту йоду у розчині. Для рідких вуглеводневих розчинів визначити: - молярну та питому теплоту випаровування рідини; - температуру кипіння рідини при заданому тиску; - тиск, при якому температура кипіння зростає на задану величину  $\Delta T$ ; - кількість теплоти для фазового перетворення заданої кількості рідини.

**ЛР 9. Утворення колоїдних систем.** Провести експерименти з метою утворення: - гідрозолей сірки і каніфолі методом заміни розчинника; - золю гідрату окису заліза методом гідролізу; - золю гідрату окису заліза; - золю берлінської блакиті; - золю крохмалю; - золю желатину; - золю яєчного альбуміну. Експериментально дослідити стійкість гідрофільних розчинів до нагрівання і дії електролітів.

**ЛР 10. Фізико-хімічний процес коагуляції колоїдних систем.** Визначити поріг коагуляції золю гідроокису заліза з використанням різних розчинів електролітів ( $\text{KCl}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ). Дослідити явище взаємної коагуляції золів. Для аналізу стабілізації колоїдів експериментально дослідити явище колоїдного захисту. Провести аналіз золю з дисперсною фазою  $\text{CaSO}_4$ , що отриманий шляхом змішування розчинів  $\text{CaCl}_2$  та  $\text{CuSO}_4$ . Для цього записати формулу хімічного перетворення з визначенням надлишкового компоненту, записати формулу міцели дисперсної частинки та визначити її структурні елементи (агрегат, ядро, потенціаловизначальний шар та ін.), зобразити схему будови міцели, визначити знак заряду колоїдної частинки.

**ЛР 11. Процеси УФ-полімеризації поліграфічних матеріалів.** Розглянути процес

фотополімеризації лакового покриття поліграфічного відбитку заданого розміру. Для закріплення відбитку використовується УФ випромінювання із заданим світловим потоком. Зобразити схему процесу фотополімеризації та визначити величину експозиції (лк сек). Визначити потужність джерела УФ- випромінювання (Вт) при заданих параметрах освітленості відбитка та коефіцієнті пропускання середовища.

### Домашня контрольна робота

Домашня контрольна робота (ДКР) полягає у систематизації знань, одержаних студентами під час вивчення дисципліни «Фізико-хімічні основи поліграфії». Частина 2. Основи фізико-хімічних перетворень у виробничих процесах». ДКР виконується протягом семестру та захищається в кінці семестру.

Кожен студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно виконати аналіз фізико-хімічних перетворень у технологіях поліграфічних виробництв.

## 6. Самостійна робота студента

Для ефективного засвоєння матеріалу студенти виконують такі види самостійної роботи: самостійне вивчення лекційного матеріалу, що не винесений на аудиторні заняття; виконання ДКР; підготовка до екзамену, а також в рамках самостійної роботи доопрацьовують завдання лабораторного практикуму, що розпочаті на аудиторних заняттях.

Теоретичний матеріал	СРС
<p><b>ТЕМА 1.2. Основні закони термодинаміки.</b> Форми перетворення енергії. теплота та робота. Призначення та зміст основних законів термодинаміки. Перший закон термодинаміки та його базові математичні співвідношення. Перший закон термодинаміки в ізопроцесах. Тепловий ефект хімічних перетворень. Типи хімічних реакцій в залежності від теплового ефекту. Методи визначення теплового ефекту хімічних перетворень. Поняття хімічної термодинаміки. Принципи хімічної термодинаміки (термохімії) та закон Гесса. Практичні висновки із закону Гесса.</p>	5
<p><b>ТЕМА 1.3. Термодинамічні потенціали та критерії оцінки направленості фізико-хімічних процесів.</b> Параметри, що визначають напрями протікання фізико-хімічних процесів. Поняття термодинамічної необоротності процесу. Формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія як функція стану термодинамічної системи. Основні властивості ентропії. Визначення напрямку фізико-хімічних процесів. Ентропія та ймовірність стану системи. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Третій закон термодинаміки. Абсолютна та стандартна ентропія речовини. Формулювання третього закону термодинаміки, теорема Нернста. Технічні наслідки третього закону термодинаміки. Термодинамічні потенціали та методи їх визначення для типових фізико-хімічних процесів. Критерії напряму і межі протікання самодовільних хімічних процесів в ізольованій системі. Нульовий закон термодинаміки та його технічні наслідки.</p>	5
<p><b>ТЕМА 2.2. Термодинаміка фазової рівноваги фізико-хімічних перетворень речовин.</b> Речовини як компоненти термодинамічних систем. Незалежні компоненти термодинамічних систем. Визначення ступеню вільності термодинамічних систем. Правило фаз Гіббса. Класифікація термодинамічних систем за ознаками компонентного та фазового складу. Застосування правила</p>	5

<p>фаз Гіббса до однокомпонентних систем. Загальний принцип побудови діаграм стану. Фізико-хімічний аналіз багатокомпонентних систем на основі діаграми стану. Термодинамічне обґрунтування фазових переходів з використанням рівняння Клапейрона – Клаузіуса. Закон розподілу речовин між фазами. Екстракція речовин між фазами.</p>	
<p><b>ТЕМА 2.3. Фізико-хімічні основи корозійного пошкодження обладнання та виробів поліграфічних виробництв.</b> Загальні відомості про корозію. Окисно-відновні хімічні перетворення речовин. Основні закономірності окисно-відновних корозійних процесів. Ступінь окиснення. Окисно-відновний потенціал речовин. Методи визначення окисно-відновного потенціалу. Основні хімічні окисно-відновні процеси у водних розчинах. Класифікація типів корозії. Особливості та типи хімічної корозії. Особливості та типи електрохімічної корозії. Особливості та типи катодної реакції відновлення. Особливості та типи корозійних гальванічних елементів. Термодинамічне обґрунтування роботи корозійного гальванічного елемента. Чинники, що впливають на швидкість корозії.</p>	5
<p><b>ТЕМА 3.2. Будова, стійкість і коагуляція колоїдних систем.</b> Будова колоїдних частинок. Приклади будови міцели. Методи очищення колоїдних розчинів. Стійкість і коагуляція колоїдних систем. Фактори впливу на стабільність колоїдних систем. Основні термодинамічні і кінетичні фактори стійкості дисперсних систем. Процеси коагуляції дисперсних систем. Правило Шульце – Гарді. Швидкість коагуляції. Методи захисту дисперсних систем від коагуляції. Використання коагуляції в поліграфічних технологіях.</p>	5
<p><b>ТЕМА 4.2. Фотополімеризація.</b> Умови протікання УФ-полімеризації (фотополімеризації). Джерела випромінювання. Механізм радикальної фотополімеризації. Способи подолання інгібуючої дії кисню у процесі фотополімеризації. Механізм катіонної фотополімеризації. Інгібітори катіонної фотополімеризації. Порівняння характеристик радикальної та катіонної фотополімеризації. Чинники, що впливають на ступінь фотополімеризації. Розрахунок процесів фотополімеризації. Фізико-хімічні явища при виготовленні флексографічних друкарських форм. Засоби забезпечення якості і стабільності фотополімеризаційного процесу виготовлення друкарських форм для флексодруку паковань.</p>	5
<p><b>ТЕМА 4.3. Окиснювальна полімеризація.</b> Фізико-хімічні явища окиснювальної полімеризації. Процес плівкоутворення при окиснювальній полімеризації. Чинники, що впливають на ступінь окиснювальної полімеризації. Фізико-хімічні особливості плівкоутворення фарб на масляній основі.</p>	5
<p><b>ТЕМА 5.2. Сорбційні процеси.</b> Енергетичне обґрунтування поверхневих явищ. Фізико-хімічні явища сорбції. Види адсорбції. Види адсорбції на твердих адсорбентах. Адсорбція на межі поділу фаз (рідина-рідина, рідина-газ). Молекулярна адсорбція з розчину на твердій поверхні. Теоретичні основи адсорбції (теорії Ленгмюра. Поляні, Брунауера, Еммета та Тейлора, правило вирівнювання полярностей Ребіндера). Характеристики адсорбентів. Іонна адсорбція. Теорія іонної адсорбції Пескова - Панета – Фаянса. Типові сорбційні процеси (хроматографія, Когезія, Адгезія, Капілярність). Когезія – адгезія – змочування. Визначення крайового кута змочування. Взаємодія когезії та адгезії при склеюванні. Основні закономірності капілярних явищ. Механізм текучості рідин капілярами. Капілярна конденсація. Всотування фарби (клеїв) на різних видах паперу.</p>	5
<p>Всього годин на вивчення теоретичного матеріалу</p>	40



<b>Лабораторні роботи</b>	
<p><b>ЛР1. Аналіз фізико-хімічних явищ у технологіях поліграфічного виробництва.</b> Обрати виріб поліграфічного виробництва. На основі аналізу можливих методів друку, що забезпечують необхідні параметри інформаційного потоку (з використанням, наприклад табл. 1.1, тема 1) обрати спосіб друкарського процесу (до друкарського та після друкарського тощо). Визначити основні елементи наповнення матеріального потоку обраного способу виготовлення заданого виробу. Визначити основні елементи наповнення енергетичного потоку обраного способу виготовлення заданого виробу. Описати фізико-хімічні особливості (перетворення), що визначають взаємодію матеріальних та енергетичних потоків у межах обраних технологічних операцій друкарського процесу.</p>	1
<p><b>ЛР2. Термодинамічний аналіз фізико-хімічних перетворень у технологічних операціях поліграфічних виробництв.</b> Обрати (не більш двох) фізико-хімічних перетворень і представити їх у вигляді «термодинамічної системи», як окремого довільного об'єкта або групи взаємодіючих об'єктів у межах обраної технологічної операції виготовлення заданого виробу. Описати основні особливості перетворення енергії у межах термодинамічної системи. Розробити та представити схематичне зображення термодинамічної системи з позначенням основних елементів енергетичного потоку (внутрішня енергія, тепловміст/ентальпія, енергія Гіббса, робота та ін..). Визначити тип представленої термодинамічної системи згідно класифікаційних ознак (відкриті/закриті, ізольовані, рівноважні/нерівноважні, гомогенні, гетерогенні та ін..). Описати основні фізико-хімічні процеси у межах термодинамічної системи та обґрунтувати відповідні типи термодинамічних процесів (оборотні/необоротні, ізотермічні, ізобаричні, ізохорні, адіабатичні та ін..). Визначити роль параметрів стану та теплообмінних параметрів відповідної термодинамічної системи у процесі виготовлення обраного виробу.</p>	5
<p><b>ЛР3. Калориметричні вимірювання у фізико-хімічних процесах.</b> Ознайомитися із засобами вимірювання температури (ртутний термометр, спиртовий термометр, термopара, термометр опору, пірометр, термометр на рідких кристалах). Визначити тепловий ефект при змішуванні рідких речовин. Вивчити теоретичні методи визначення теплового ефекту хімічних процесів. Провести калориметричні вимірювання під час окисних хімічних перетворень. Розробити алгоритм визначення теплового ефекту хімічного процесу у межах технологічної операції виготовлення обраного виробу.</p>	5
<p><b>ЛР4. Визначення направленості (у термодинамічному аспекті) фізико – хімічних перетворень.</b> Ознайомитися зі стандартними значеннями термодинамічних функцій (ентальпія, ентропія, енергія Гіббса) для типових речовин. Обґрунтувати можливість самодовільного протікання процесу перетворення розчину <math>C_2H_5OH</math> при постійній температурі (з використанням аналізу зміни енергії Гіббса). Провести аналіз цього хімічного перетворення у межах відкритої термодинамічної системи. З використанням термодинамічного потенціалу ентальпії провести аналіз типових фізико-хімічних процесів (кристалізація, плавлення, сублімація, пароутворення, конденсація). Обґрунтувати можливість протікання хімічного процесу у межах технологічної операції виготовлення обраного виробу (по результатах ЛР2). Визначити тип процесу (самодовільний, не самодовільний, оборотний, рівноважний та ін..).</p>	5

<p><b>ЛР 5. Швидкість хімічних перетворень і хімічна рівновага.</b> Експериментально визначити залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин та від температури на прикладі суміші розчинів тіосульфату натрію <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> і сірчаної кислоти. Експериментально дослідити вплив: - каталізатора на швидкість реакції на прикладі розкладання перекису водню та двоокису марганцю за участю каталізатора; - величини поверхні реагуючих речовин на швидкість реакції в гетерогенній системі; - концентрації реагуючих речовин та температури на зміщення хімічної рівноваги</p>	1
<p><b>ЛР 6. Дослідження фазової рівноваги фізико-хімічних перетворень речовин.</b> Для хімічного перетворення гідрокарбоната аммонія (<math>\text{NH}_4\text{HCO}_3</math> (кр) <math>\rightarrow</math> <math>\text{H}_2\text{O}</math> (г) + <math>\text{CO}_2</math> (г) + <math>\text{NH}_3</math> (г)) визначити число незалежних компонентів, фаз і ступенів вільності у рівноважному стані даної термодинамічної системи. Визначити коефіцієнт розподілу янтарної кислоти між ефіром та водою та записати закон розподілу для даної системи у формі рівняння Шилова — Лепінє. Дослідити процес екстрагування йоду з водного розчину з використанням сірковуглецю, визначити кратність експериментів для досягнення заданого вмісту йоду у розчині. Для рідких вуглеводневих розчинів визначити: - молярну та питому теплоту випаровування рідини; - температуру кипіння рідини при заданому тиску; - тиск, при якому температура кипіння зростає на задану величину <math>\Delta T</math>; - кількість теплоти для фазового перетворення заданої кількості рідини.</p>	2
<p><b>ЛР 7. Корозія металів і захист від неї.</b> Експериментально дослідити корозію при контакті різних металів. Розглянути механізм утворення мікрогальванопар. Провести оцінку ефективності засобів захисту від корозії: - захист від електрохімічної корозії; - дія окисних плівок та інгібіторів; - протекторний захист.</p>	5
<p><b>ЛР 8. Окисно-відновні процеси при взаємодії водних розчинів з виробами та елементами обладнання поліграфічних виробництв.</b> Провести аналіз хімічних перетворень (корозійних процесів) під час взаємодії матеріалу композитних пластинчастих конструкцій з краплями водних розчинів внаслідок фізичного пошкодження поверхонь пластин. Для обраного поліграфічного виробу (по результатах ЛР2): - провести аналіз окисно-відновних процесів, що мають місце у відповідних технологічних операціях; - обґрунтувати можливі наслідки хімічних процесів у вигляді продуктів корозії; - запропонувати методи захисту від негативних явищ корозійного пошкодження матеріалів.</p>	5
<p><b>ЛР 9. Утворення колоїдних систем.</b> Провести експерименти з метою утворення: - гідрозолей сірки і каніфолі методом заміни розчинника; - золю гідрату окису заліза методом гідролізу; - золю гідрату окису заліза; - золю берлінської блакиті; - золю крохмалю; - золю желатину; - золю яєчного альбуміну. Експериментально дослідити стійкість гідрофільних розчинів до нагрівання і дії електролітів</p>	3
<p><b>ЛР 10. Фізико-хімічний процес коагуляції колоїдних систем.</b> Визначити поріг коагуляції золю гідроокису заліза з використанням різних розчинів електролітів (<math>\text{KCl}</math>; <math>\text{K}_2\text{SO}_4</math>; <math>\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math>). Дослідити явище взаємної коагуляції золів. Для аналізу стабілізації колоїдів експериментально дослідити явище колоїдного захисту. Провести аналіз золю з дисперсною фазою <math>\text{CaSO}_4</math>, що отриманий шляхом змішування розчинів <math>\text{CaCl}_2</math> та <math>\text{CuSO}_4</math>. Для цього записати формулу хімічного перетворення з визначенням надлишкового компоненту, записати формулу міцели дисперсної частинки та визначити її структурні елементи (агрегат,</p>	3

ядро, потенціаловизначальний шар та ін. ), зобразити схему будови міцели, визначити знак заряду колоїдної частинки	
<b>ЛР 11. Процеси УФ-полімеризації поліграфічних матеріалів.</b> Розглянути процес фотополімеризації лакового покриття поліграфічного відбитку заданого розміру. Для закріплення відбитку використовується УФ випромінювання із заданим світловим потоком. Зобразити схему процесу фотополімеризації та визначити величину експозиції (лк сек). Визначити потужність джерела УФ-випромінювання (Вт) при заданих параметрах освітленості відбитка та коефіцієнті пропускання середовища	3
<b>ЛР 12. Поверхневий натяг в об'ємних фазах у дисперсних системах.</b> Дослідити поверхневий натяг розчину масляної кислоти різної концентрації на поверхні поділу водний розчин-повітря при постійній температурі. На основі експериментальних даних побудувати ізотерму поверхневого натягу та визначити поверхневу активність масляної кислоти при заданих концентраціях розчину. Визначити вільну енергію Гіббса поверхні крапель волонасиченого повітря (туману) заданої маси та дисперсності. Визначити коефіцієнт розтікання гліцерину на поверхні скла при постійній температурі. При цьому використати мікроскоп для визначення кута змочування.	5
<b>ЛР 13. Фізико-хімічні явища сорбції.</b> Дослідити капілярним методом поверхневий натяг розчину масляної кислоти заданих концентрацій на поверхні поділу водний розчин-повітря. Визначити величину адсорбції масляної кислоти при постійній температурі на межі поділу водний розчин-повітря для заданого варіанту концентрації кислоти. Провести аналіз поверхневої взаємодії (адсорбцію) оцетової кислоти та активного вугілля при постійній температурі. Обробити результати експериментів з метою визначення коефіцієнтів рівняння Фрейндліха для описання заданого процесу адсорбції. Дослідити поверхневу взаємодію (адсорбцію) бензольного розчину та активного вугілля при постійній температурі. Обробити результати експериментів та зобразити ізотерму адсорбції. Записати рівняння Ленгмюра для описання даного процесу адсорбції.	5
<b>Всього годин СРС на підготовку та виконання лабораторних робіт</b>	<b>48</b>
Підготовка до ДКР	20
Підготовка до екзамену	30
<b>Всього годин СРС</b>	<b>138</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій, лабораторних та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання лабораторних робіт та тематичних завдань.

При використанні чужих робіт і завдань, як своїх (плагіат), роботи студенту не зараховуються. Студенту можуть бути нараховані заохочувальні бали (до 10 балів) за оригінальний підхід та використання нестандартних прийомів при виконанні практичних робіт, виконанні робіт підвищеної складності.

Лабораторні роботи мають бути не лише виконані, а й захищені, шляхом відповіді на поставлені викладачем запитання щодо етапів виконання робіт, теоретичного матеріалу тощо. Всі лабораторні роботи мають бути виконані та захищені до семестрового контролю.

Усі перескладання здійснюються відповідно до «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/32>).

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Семестровий контроль:** *екзамен.*

**Умови допуску до семестрового контролю:** *виконані та захищені лабораторні роботи, виконана та захищена ДКР.*

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- виконання та захист лабораторних робіт (ЛР);
- виконання та захист ДКР;
- складання екзамену.

Рейтинг студента з дисципліни (РД) формується як сума балів поточної успішності навчання:  $РД = ЛР_{(виконання)} + ЛР_{(захист)} + ДКР + Екзамен = 100$  балів,  $РД = 26 + 13 + 11 + 50 = 100$  балів.

№ лабораторної роботи	Максимальна кількість балів	
	виконання	захист
<b>ЛР 1</b>	2	1
<b>ЛР 2</b>	2	1
<b>ЛР 3</b>	2	1
<b>ЛР 4</b>	2	1
<b>ЛР 5</b>	2	1
<b>ЛР 6</b>	2	1
<b>ЛР 7</b>	2	1
<b>ЛР 8</b>	2	1
<b>ЛР 9</b>	2	1
<b>ЛР 10</b>	2	1
<b>ЛР 11</b>	2	1
<b>ЛР 12</b>	2	1
<b>ЛР 13</b>	2	1
<b>Індивідуальне завдання</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>	
<b>ДКР</b>	<b>11</b>	
<b>Стартовий рейтинг</b>	<b>50</b>	
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>	
<b>Сума балів за семестр</b>	<b>100</b>	

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання всіх лабораторних робіт та ДКР, а також мати семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Екзаменаційний білет складається з чотирьох питань, перші три з яких є теоретичними, четверте — практичне завдання.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 12 балів а третє (практичне) у 14 балів за такими критеріями:

1. Теоретичне питання (перше, друге та третє питання білету):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95 %) –11–12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 %, або відповідь має незначні помилки та неточності) –9–10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь з суттєвими помилками (не менше 60 %) – 7–8 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь (у відповіді лише тезисні вислови та окремі визначення понять – питання не розкрито) – 0 балів.

2. Практичне завдання (четверте питання білету):

– «відмінно», повна відповідь (не менше 95 %), послідовне виконання завдання відповіді на всі запитання; творчий підхід – 13–14 балів;

– неповна відповідь (не менше 60 %) – 9–12 балів;

– незадовільна відповідь (менше 60 %)- 6-8 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Визнання результатів неформальної/інформальної освіти регулюється «Положенням про визнання в КПІ ім. І. Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті» (<https://osvita.kpi.ua/node/179>), згідно з яким визнання результатів навчання проводиться, як правило, до початку семестру. Освітній компонент може бути зарахований частково або повністю за результатами подання документів (сертифікатів) про проходження професійних курсів/тренінгів, онлайн освіти тощо за тематикою освітнього компонента.

### **Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни**

Дисципліна "Фізико-хімічні основи поліграфії. Частина 2. Основи фізико-хімічних перетворень у виробничих процесах" повністю забезпечена лекційними аудиторіями з сучасною технікою для проведення лекцій у формі презентацій, хімічною лабораторією; лабораторними приладами та посудом.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:** професором кафедри репрографії, доктором технічних наук Євгенієм ШТЕФАНОМ

**Ухвалено** кафедрою репрографії (протокол № 19 від 17.06.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ВПІ ( № 5 від 24.06.2024 р.)