



ЕЛЕКТРОХІМІЯ ПОВЕРХНЕВИХ ЯВИЩ

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара раз на тиждень); лабораторні заняття 2 години на тиждень (2 пари раз на 2 тижні)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доцент Васильєв Георгій Степанович, g.vasyliiev@kpi.ua, Telegram @georgii_vasyliiev Лабораторні: к.т.н., доцент Букет Олександр Іванович</i>
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус, Google classroom https://classroom.google.com/c/MjUyNTYyMDU1Nzc4?cjc=7kx5p2</i>

Програма освітньої компоненти

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітня компонента «Електрохімія поверхневих явищ» належить до циклу освітніх компонент професійної підготовки призначена для оволодіння знаннями про залежності адсорбції від природи та концентрації адсорбатів, критеріїв гідрофільності та гідрофобності поверхонь, теоретичних закономірностей мономолекулярної та полімолекулярної адсорбції та капілярної конденсації, будови подвійного електричного шару на заряджених поверхнях та його ролі для стабілізації дисперсних систем.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів загальних компетентностей:

- ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

та фахових компетентностей:

- ФК 01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.
- ФК 02. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.
- ФК 09. Здатність використовувати фундаментальні закономірності електрохімії для вирішення технологічних задач.

Основні завдання освітньої компоненти.

Згідно з вимогами програми студенти після засвоєння освітньої компоненти мають продемонструвати такі результати навчання:

- Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми (ПРН 01).
- Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі (ПРН 02).
- Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості (ПРН 03).
- Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії (ПРН 04).
- Обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати власну позицію. (ПРН 10).
- Розуміти основні електрохімічні закономірності та способи управління технологічними процесами (ПРН 14).

Знання:

- залежностей адсорбції від природи та концентрації адсорбатів;
- критеріїв гідروفільності та гідрофобності поверхонь;
- теоретичних закономірностей мономолекулярної та полімолекулярної адсорбції та капілярної конденсації;
- властивостей та способів отримання адсорбентів;
- будови подвійного електричного шару на заряджених поверхнях та його ролі для стабілізації дисперсних систем.

2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити	
Теоретична електрохімія	<ul style="list-style-type: none">- ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.- ЗК 03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.- ФК 01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.- ФК 02. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.
Фізична хімія	<ul style="list-style-type: none">- ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.- ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.- ЗК 03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.- ФК 01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.- ФК 02. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.

Постреквізити:

Основи процесів осадження і розчинення металів

- ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ФК 01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.
- ФК 02. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.
- ФК 03. Здатність проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень.
- ФК 09. Здатність використовувати фундаментальні закономірності електрохімії для вирішення технологічних задач.
- ФК 10. Здатність використовувати сучасні матеріали у електрохімічних технологічних процесах.

3. Зміст освітньої компоненти

РОЗДІЛ 1. Предмет та зміст курсу

Тема 1.1. Вступ до курсу

- 1.1.1. Наука про поверхневі явища і дисперсні системи. Об'єкт, предмет, задачі. Класифікація дисперсних систем та поверхневих явищ..
- 1.1.2. Історична довідка про науку. Основні етапи розвитку науки про дисперсні системи та поверхневі явища та основні особистості, що внесли вагомий вклад.
- 1.1.3. Способи класифікації дисперсних систем. Класифікація за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, ступенем дисперсності, формою частинок, ступенем структурованості..

РОЗДІЛ 2. Поверхневий шар і поверхневі явища

Тема 2.1. Поверхневий натяг та термодинаміка поверхневих явищ.

- 2.1.1. Об'єднане рівняння I і II законів термодинаміки для гетерогенної системи.
- 2.1.2. Повна поверхнева енергія.
- Тема 2.2. Капілярні явища.*
- 2.2.1. Капілярний тиск.
- 2.2.2. Зміна рівня рідини в капілярах.
- 2.2.3. Капілярне підняття та опускання рідини.
- 2.2.4. Методи визначення поверхневого натягу: статичні та напівстатичні методи.

Тема 2.3. Змочування.

- 2.3.1. Самочинне зменшення поверхневої енергії.
- 2.3.2. Поверхня поділу конденсованих фаз.
- 2.3.3. Адгезія та когезія.
- 2.3.4. Крайовий кут змочування. Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування. Теплота змочування.

Тема 2.4. Реакційна здатність та дисперсність.

- 2.4.1. Вплив дисперсності системи на термодинамічну реакційну здатність – здатність до хімічних або фазових переходів.

РОЗДІЛ 3. Молекулярна адсорбція на твердих поверхнях

Тема 3.1. Фізична адсорбція і хемосорбція.

- 3.1.1. Визначення термінів. Одиниці вимірювання.
- 3.1.2. Природа сил адсорбції і порівняння фізичної і хімічної адсорбції.

Тема 3.2. Параметри адсорбції.

- 3.2.1. Енергетичні параметри адсорбції.
- 3.2.2. Робота адсорбції, адсорбційний потенціал.
- 3.2.3. Диференціальна ентропія та ентальпія адсорбції.
Тема 3.3. Ізотерми адсорбції
- 3.3.1. Ізотерми адсорбції Генрі та Фрейндліха.
- 3.3.2. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.
Тема 3.4. Полімолекулярна адсорбція.
- 3.4.1. Розтушування молекул адсорбату в декілька шарів.
- 3.4.2. Теорія БЕТ.
- 3.4.3. Ізотерми полімолекулярної адсорбції та застосування теорії БЕТ для таких випадків.
Тема 3.5. Капілярна конденсація
- 3.5.1. Потенціальна теорія Поляні. Адсорбційний потенціал.
- 3.5.2. Типи адсорбентів: за типом частинок, дисперсністю та структурою.
- 3.5.3. Ізотерми адсорбції і десорбції при капілярній конденсації.
Тема 3.6. Молекулярна адсорбція з розчинів.
- 3.6.1. Рівняння Гіббса для адсорбції з розчинів.
- 3.6.2. Рівняння ізотерми для адсорбції з розчинів.
- 3.6.3. Закономірності молекулярної адсорбції з розчинів.
- 3.6.4. Експериментальні методи визначення адсорбції.

РОЗДІЛ 4. Електроповерхневі явища і подвійний електричний шар.

Тема 4.1. Електрична ємність.

- 4.1.1. Поняття електричної ємності та одиниці вимірювання.
- 4.1.2. Конденсатори, ємність плоского конденсатора.
- 4.1.3. Типи конденсаторів та їх з'єднання.
- 4.1.4. Енергія зарядженого конденсатора та застосування конденсаторів.

Тема 4.2. Моделі будови подвійного електричного шару.

- 4.2.1. Механізм виникнення подвійного електричного шару.
- 4.2.2. Теорія будови подвійного електричного шару Гельмгольца.
- 4.2.3. Теорія будови подвійного електричного шару Гуї-Чепмена.
- 4.2.4. Теорія будови подвійного електричного шару Штерна з поправками Грема.

Тема 4.3. Основи теорії електрокапілярних явищ.

- 4.3.1. Перше та друге рівняння Ліпмана.
- 4.3.2. Заряд поверхні та диференційна ємність.
- 4.3.3. Електрокапілярні криві.

Тема 4.4. Нульові точки металів.

- 4.4.1. Поняття нульової точки та потенціалу нульового заряду.
- 4.4.2. Методи визначення нульових точок.
- 4.4.3. Приведена шкала потенціалів та її практичне використання.

РОЗДІЛ 5. Дисперсні системи: методи одержання та властивості.

Тема 5.1. Методи одержання дисперсних систем.

- 5.1.1. Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем.
- 5.1.2. Структура частинок дисперсної фази.
- 5.1.3. Будова міцел та їх заряд.

Тема 5.2. Електрокінетичні властивості дисперсних систем.

- 5.3.1. Електрокінетичний потенціал.
- 5.3.2. Електроосмос, рівняння Гельмгольца-Смолуховського, електроосмотична рухливість.
- 5.3.3. Електрофорез. Потенціал течії та седиментації.
- 5.3.4. Практичне значення електрокінетичних явищ. Вплив електролітів та інших факторів на електрокінетичний потенціал.

Тема 5.3. Стійкість та коагуляція дисперсних систем.

5.4.1. Чинники стійкості дисперсних систем.

5.4.2. Теорія стійкості та коагуляції дисперсних систем ДЛФО.

5.4.3. Коагуляція. Поріг коагуляції.

5.4.4. Закономірність коагуляції гідрозолів електролітами. Види коагуляції.

5.4.5. Захист колоїдних систем від коагуляції.

Тема 5.4. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем

5.5.1. Броунівський рух в колоїдних системах.

5.5.2. Дифузія в колоїдних системах.

5.5.3. Осмотичний тиск в колоїдних системах.

5.5.4. Седиментаційна стійкість.

Тема 5.5. Оптичні властивості і методи дослідження дисперсних систем.

5.6.1. Особливості оптичних властивостей дисперсних систем

5.6.2. Абсорбція (поглинання) світла та фарбування колоїдних систем.

5.6.3. Оптичні методи дослідження колоїдних систем.

Тема 5.6. Реологічні властивості дисперсних систем

5.7.1. Структурно-механічні властивості дисперсних систем.

5.7.2. Ідеальні реологічні моделі.

5.7.3. Моделі реологічних властивостей реальних тіл.

5.7.4. Класифікація дисперсних систем за структурно-механічними властивостями.

5.7.5. В'язкість вільнодисперсних систем.

5.7.6. В'язкість зв'язнодисперсних систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології електрохімічних виробництв. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

БАЗОВА:

1. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем. М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Гладкова та ін. - Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2004. – 300 с.

Інформаційні ресурси

Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); <https://classroom.google.com/c/MjUyNTYyMDU1Nzc4?cjc=7kx5p2>.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Проведення лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
-------	--

1	<p><u>Вступ</u> Наука про поверхневі явища і дисперсні системи. Об'єкт, предмет, задачі. Класифікація дисперсних систем та поверхневих явищ. Історична довідка про науку. Основні етапи розвитку науки про дисперсні системи та поверхневі явища та основні особистості, що внесли вагомий вклад. Роль і участь наукових шкіл України у розвитку цієї науки. Способи класифікації дисперсних систем. Класифікація за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, ступенем дисперсності, формою частинок, ступенем структурованості.</p>
2	<p><u>Поверхневий натяг та термодинаміка поверхневих явищ.</u> Об'єднане рівняння I і II законів термодинаміки для гетерогенної системи. Повна поверхнева енергія.</p>
3	<p><u>Капілярні явища.</u> Капілярний тиск. Зміна рівня рідини в капілярах. Капілярне підняття та опускання рідини. Методи визначення поверхневого натягу: статичні та напівстатичні методи.</p>
4	<p><u>Змочування.</u> Самочинне зменшення поверхневої енергії. Поверхня поділу конденсованих фаз. Адгезія та когезія. Крайовий кут змочування. Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування. Теплота змочування.</p>
5	<p><u>Фізична адсорбція і хемісорбція</u> Визначення термінів. Одиниці вимірювання. Природа сил адсорбції і порівняння фізичної і хімічної адсорбції. Енергетичні параметри адсорбції. Робота адсорбції, адсорбційний потенціал, диференціальна ентропія та ентальпія адсорбції.</p>
6	<p><u>Теорії адсорбції</u> Ізотерми адсорбції Генрі та Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Розтушування молекул адсорбату в декілька шарів. Теорія BET. Ізотерми полімолекулярної адсорбції та застосування теорії BET для таких випадків.</p>
7	<p><u>Адсорбенти</u> Класифікація адсорбентів. Вуглецеві адсорбенти. Мінеральні адсорбенти: цеоліти, силікагелі. Методи дослідження адсорбції на пористих тілах. Хроматографія.</p>
8	<p><u>Поверхневі шари на межі поділу рідина/газ</u> Рівняння Гіббса для адсорбції з розчинів. Рівняння ізотерми для адсорбції з розчинів. Закономірності молекулярної адсорбції з розчинів. Експериментальні методи визначення адсорбції.</p>
9	<p><u>Електрична ємність.</u> Поняття електричної ємності та одиниці вимірювання. Конденсатори, ємність плоского конденсатора. Типи конденсаторів та їх з'єднання. Енергія зарядженого конденсатора та застосування конденсаторів.</p>
10	<p><u>Моделі будови подвійного електричного шару.</u> Механізм виникнення подвійного електричного шару. Теорії будови подвійного електричного шару Гельмгольца, Гуї-Чепмена, Штерна з поправками Грема.</p>
11	<p><u>Основи теорії електрокапілярних явищ.</u> Перше та друге рівняння Ліпмана. Заряд поверхі та диференційна ємність. Електрокапілярні криві.</p>
12	<p><u>Нульові точки металів.</u> Поняття нульової точки та потенціалу нульового заряду. Методи визначення нульових точок. Приведена шкала потенціалів та її практичне використання.</p>
13	<p><u>Методи одержання дисперсних систем</u> Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Структура</p>

	<i>частинок дисперсної фази. Будова міцел та їх заряд.</i>
14	<u>Електрокінетичні властивості дисперсних систем</u> <i>Електрокінетичний потенціал. Електроосмос, рівняння Гельмгольца-Смолуховського, електроосмотична рухливість. Електрофорез. Потенціал течії та седиментації. Практичне значення електрокінетичних явищ. Вплив електролітів та інших факторів на електрокінетичний потенціал.</i>
15	<u>Стійкість та коагуляція дисперсних систем.</u> <i>Чинники стійкості дисперсних систем. Теорія стійкості та коагуляції дисперсних систем ДЛФО. Коагуляція. Поріг коагуляції. Закономірність коагуляції гідрозолів електролітами. Види коагуляції. Захист колоїдних систем від коагуляції.</i>
16	<u>Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем</u> <i>Броунівський рух в колоїдних системах. Дифузія в колоїдних системах. Осмотичний тиск в колоїдних системах. Седиментаційна стійкість.</i>
17	<u>Оптичні властивості і методи дослідження дисперсних систем.</u> <i>Особливості оптичних властивостей дисперсних систем. Абсорбція (поглинання) світла та фарбування колоїдних систем. Оптичні методи дослідження колоїдних систем.</i>
18	<u>Реологічні властивості дисперсних систем</u> <i>Структурно-механічні властивості дисперсних систем. Ідеальні реологічні моделі. Моделі реологічних властивостей реальних тіл. Класифікація дисперсних систем за структурно-механічними властивостями. В'язкість вільнодисперсних систем. В'язкість зв'язнодисперсних систем.</i>

Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних занять – це використання одержаних на лекціях знань, ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу процесів та закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Лабораторне заняття 1. Визначення поверхневого натягу рідини. <i>Робота виконується із застосуванням сталагмометра. Визначається кількість крапель, що витікає з капіляра за певний час. Чим більше крапель – тим менший поверхневий натяг. В якості еталону використовується розчин з відомою величиною поверхневого натягу – дистильована вода.</i>	7
2	Лабораторне заняття 2. Адсорбція на поверхні рідини. <i>Визначається вплив додавання поверхнево-активних речовин (одноатомних спиртів) на величину поверхневого натягу розчину. В роботі готується серія водних розчинів спиртів різної концентрації і визначається їх поверхневий натяг. За залежністю зміни поверхневого натягу від концентрації визначається гранична адсорбція та площа, що займає одна молекула на межі поділу фаз.</i>	7
3	Лабораторне заняття 3. Визначення ємності подвійного електричного шару. <i>Робота покликана дати уявлення про ємнісний характер подвійного електричного шару на межі поділу метал/розчин. В першій частині роботи проводиться визначення ємності електричного конденсатора методом гальваностатичного заряджання і визначення впливу параметрів кола на величину ємності. В другій частині ємність ПЕШ визначається при гальваностатичній поляризації двохелектродного датчика.</i>	7
4	Лабораторне заняття 4. Електрокапілярні явища.	7

	<i>Визначення потенціалу нульового заряду ртуті. Визначення впливу ПАР на поверхневий натяг ртуті, величин граничної адсорбції та площі однієї молекули адсорбента.</i>	
5	Лабораторне заняття 5. Електрофорез. <i>Рух колоїдних часток під впливом електричного поля. Визначення величини електрокінетичного потенціалу золю та знаку заряду колоїдної частинки. В роботі використовується золь берлінської блакиті. Електроліз ведуть при постійній напрузі 100-150 В впродовж 1-1,5 години. Визначають відстань, яку пройшла межа між золем та допоміжною рідиною за вказаний час.</i>	7

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота здобувача вищої освіти протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт, підготовку до модульної контрольної роботи та до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу; проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до лабораторних робіт та виконання розрахунків</i>	<i>1 години на тиждень x 18 тижнів = 18 год.</i>
<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	<i>2 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>28 годин</i>

Політика та контроль

7. Політика навчальної освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекційні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та лабораторні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим.

Правила захисту лабораторних робіт:

- 1. До захисту допускаються студенти, які виконали лабораторну роботу, правильно виконали розрахунки та вірно оформили протокол з лабораторної роботи (при неправильно виконаних розрахунках чи неякісному оформленні недоліки слід усунути).*
- 2. Захист відбувається або на лабораторних заняттях під час технологічно обумовлених перерв, або на консультаціях з освітньої компоненти, які проводяться щотижнево.*
- 3. Після захисту лабораторної роботи, який полягає у виконанні індивідуального розрахункового завдання або теоретичному опитуванні по темі лабораторної роботи викладачем виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.*
- 4. Несвоєчасний захист – наявність більше двох незахищених робіт – в звичайному та змішаному режимах роботи Університету є підставою для недопуску до виконання наступної лабораторної роботи.*

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

Поточний контроль: виконання та захист лабораторних робіт, домашньої контрольної роботи, виконання модульної контрольної роботи, відповіді на лекціях.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Для допуску до заліку рейтинг студента повинен становити не менше 60 балів. Рейтинг протягом семестру складається з балів, що студент отримує за:

- виконання та захист 5 лабораторних робіт - в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету;
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи.

Критерії нарахування балів:

1. Лабораторні роботи – 50 балів

У звичайному режимі роботи університету лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лабораторні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. У дистанційному режимі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лабораторних занять є обов'язковим.

Ваговий бал – **50 балів**. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск (2 бал), власне виконання (2 бали), якість оформленого протоколу (2 бал) і захисту роботи (4 бали). Всього виконується 5 робіт.

Допуск до лабораторної роботи

- студент самостійно пояснює алгоритм виконання роботи, дає вірні відповіді на додаткові запитання викладача щодо виконання роботи – 2 бали.
- студент пояснює основні етапи виконання роботи, дає відповіді на додаткові запитання частково – 1 бал.
- студент не може пояснити хід роботи, хоча і розуміє тему роботи – 0 балів.

Виконання лабораторної роботи

- виконання завдань ЛР в повному обсязі без зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки - 2 бали;
- невиконання завдань ЛР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи або додержання вимог техніки безпеки - 0 балів.

Якість протоколу та захисту лабораторної роботи

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної ЛР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів - 4 бали (не менше 90 % потрібної інформації);
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання ЛР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу - 3 бали (не менше 75 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 1-2 бали (не менше 60 % потрібної інформації);

- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

2. Модульна контрольна робота – 30 балів

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету виконується у вигляді он-лайн тестування із застосуванням google-форм. Ваговий бал – **30 балів**. Передбачає тест із 30 питань. Вага кожного питання – 1 бал. Сумарний бал складається із суми набраних балів.

3. Розрахункова робота – 20 балів

Ваговий бал – 20 балів. Бали за розрахункову роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи - власне виконання (15 балів), якість оформленого протоколу (5 бали).

Виконання розрахункової роботи

- виконання завдань РР в повному обсязі при без зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок (не менше 90 % потрібної інформації) – 10-15 балів;
- виконання завдань РР в неповному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок (не менше 75 % потрібної інформації) – 5-10 балів;
- невиконання завдань РР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи (менше 60 % потрібної інформації) - 0 балів.

Якість протоколу та захисту розрахункової роботи

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної РР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів - 5 балів;
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання РР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу – 2-3 бали;
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної РР - 1 бал;
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є рейтинг студента 50 % від максимально можливого на час календарного контролю. На першому календарному контролі (8-й тиждень) здобувач вищої освіти отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше 10 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) здобувач вищої освіти отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

4. Семестровий контроль: залік.

На заліку з.в.о., що набрали 60 і більше балів, мають можливість:

- 1) отримати залікову оцінку відповідно до набраного рейтингу
- 2) виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення рейтингу. У разі отримання оцінки, більшої, ніж "автоматом" з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. У разі отримання оцінки меншої, ніж "автоматом" з рейтингу, студент отримує оцінку згідно попереднього рейтингу.

Залікова контрольна робота виконується у вигляді тесту на платформі g-suite. Тест містить 20 питань, вага кожного питання – 2 бали. Оцінка за виконання залікової роботи складається із суми набраних балів за вірні відповіді.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{лр} + r_{рр} + r_{мкр} = 50 + 30 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт, написання МКР, виконання РР та кількість рейтингових балів не менше 60.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час заліку – під час заліку здобувачу вищої освіти заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від екзамену.
- Під час захисту лабораторних робіт студент має право для уточнення фізичних параметрів процесів скористатись власними роботами.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, д.т.н., доцентом Васильєвим Георгієм Степановичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 18 від 24.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 р.)