

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Аналітична та фізико-колоїдна хімія
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра теоретичної та прикладної хімії
Розробник(и)	Большаніна Світлана Борисівна, Воробйова Інесса Геннадіївна
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 2-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких для денної форми: 64 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 практичних занять, 32 год. лабораторних занять), 86 год. самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 101 "Екологія"
Передумови для вивчення дисципліни	Загальна та органічна хімія, Іноземна мова
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів цілісної системи знань з аналітичної і фізикоколоїдної хімії, засвоєння принципів методів хімічного аналізу; формування навичок практичного застосування цих методів, формування уявлень про роль та місце кожного методу аналізу, критеріїв вибору методів аналізу певних об'єктів; планування та виконання найпростіших операцій хімічного аналізу.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Предмет та задачі аналітичної хімії

Предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів хімічного аналізу. Класифікація об'єктів аналізу. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Хімічна рівновага. Закон діючих мас (ЗДМ). Найпростіші розрахунки на основі ЗДМ. Кислотно-основні реакції. Сучасні уявлення про кислоти та основи. Рівновага в гетерогенних системах. Розчинення осаду. Добуток розчинності. Обчислення рН та рівноважного складу у розчинах сильних і слабких кислот і основ. рН-буферні розчини

Тема 2 Хімічні методи визначення. Титриметрія, принцип методу, основні поняття

Принцип методу і основні поняття: титрант, точка стехіометричності (ТС) і кінцева точка титрування (КТТ). Розрахунки в титриметрії. Використання величин, пов'язаних з еквівалентом речовини. Число еквівалентності. Кислотно-основне титрування. Реагенти та індикатори. Інтервал переходу забарвлення індикатора, показник титрування, їх зв'язок з константою ЗДМ для індикаторної реакції. Фактори, що впливають на перехід забарвлення індикатора. Стандартизація розчинів кислоти і лугу. Криві титрування. Вплив сили протолізу та концентрації на стрибок титрування

Тема 3 Хімічна термодинаміка та хімічна кінетика

Хімічна термодинаміка - теоретична основа вивчення обміну речовин і енергії у природі й живому організмі. Закони термодинаміки, їх використання під час проведення наукових досліджень та інтерпретації отриманих результатів. Закон Гесса, його термодинамічне обґрунтування. Хімічна кінетика. Швидкість хімічної реакції, константа швидкості. Порядок та молекулярність хімічної реакції. Методи визначення порядку реакції. Лімітуюча стадія складної реакції. Теорія активних зіткнень. Енергія активації. Залежність швидкості реакції від температури, правило Вант-Гоффа, рівняння Арреніуса. Визначення енергії активації та константи швидкості для різних процесів.

Тема 4 Електрохімічні процеси в природоохоронних технологіях

Електродні процеси та електрорушійні сили. Електродний потенціал, фізико-хімічна сутність подвійного електричного шару (ПЕШ). Ряд напруг металів. Вимірювання електрорушійної сили, електроди, індикатори. Рівняння Нернста. Поняття дифузійного потенціалу. Гальванічний елемент та його ЕРС. Концентраційні гальванічні елементи. Біологічне значення дифузійних та мембранних потенціалів. Загальне поняття про корозію. Хімічна і електрохімічна корозія. Вплив блукаючих струмів на інтенсивність корозії. Основні катодні і анодні процеси електрохімічної корозії. Корозія металів з водневою і кисневою деполяризацією. Методи захисту металів від корозії. Інгібітори корозії. Застосування електрохімічних процесів в природоохоронних технологіях.

Тема 5 Поверхневі явища

Загальна характеристика поверхневих явищ. Поверхневий натяг як міра поверхневої енергії. Термодинамічні функції поверхневого шару. Явище змочування. Крайовий кут. Гідрофобність та гідрофільність поверхонь. Сорбція, види сорбції. Ізотерма адсорбції та емпіричне рівняння ізотерми Фрейндліха. Аналіз і розв'язування цього рівняння. Поняття інтегральної та диференціальної теплоти адсорбції. Природа адсорбційних сил. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Недоліки теорії Ленгмюра. Поняття про капілярну конденсацію. Поверхневоактивні речовини (ПАР) та поверхневоінактивні речовини. Рівняння Гіббса. Рівняння Шишковського.

Тема 6 Колоїдні системи та їх властивості

Визначення колоїдної хімії як сучасної науки про поверхневі явища і фізико-хімічні властивості дисперсних систем. Класифікація дисперсних систем: за розмірами частинок дисперсної фази, агрегатним станом дисперсної фази і дисперсійного середовища, характером взаємодії між дисперсною фазою і середовищем, механічними властивостями. Дисперсна фаза, дисперсне середовище. Колоїдний стан речовини. Будова міцели.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Використовувати знання сучасних теорій та фундаментальних положень аналітичної та фізико-колоїдної хімії властивостей хімічних елементів, речовин або матеріалів на їх основі для вирішення задач професійної спрямованості
PH2	Планувати і проводити хімічні експерименти, проводити обробку їх результатів та оцінювати похибки, моделювати хімічні процеси та явища, та прогнозувати їх вплив на навколишнє середовище
PH3	Використовувати матеріали що розташовані на інтернет платформах (Coursera, Labster, MIX та ін.) для самоосвіти та самооцінювання набутих знань

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 101 Екологія:

ПР3	Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.
ПР11	Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.
ПР21	Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Вступ. Предмет та задачі аналітичної хімії
Лк1 "Предмет та задачі аналітичної хімії." (денна) Предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів, об'єктів хімічного аналізу. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Аналітичний сигнал
Лк2 "Закон діючих мас (ЗДМ)" (денна) . Хімічна рівновага. Закон діючих мас (ЗДМ). Кислотно-основні реакції. Рівновага в гетерогенних системах.

<p>Лк3 "Теоретичні основи кислотно-лужної взаємодії" (денна) Теоретичні основи кислотно-лужної взаємодії. Сучасні уявлення про кислоти та основи. Теорія Бренстеда-Лоурі. Іонний добуток води. Розрахунок рН сильних і слабких кислот і основ. Буферні розчини</p>
<p>Тема 2. Хімічні методи визначення. Титриметрія, принцип методу, основні поняття</p>
<p>Лк4 "Принцип методу і основні поняття титриметрії." (денна) Принцип методу і основні поняття титриметрії. Класифікація методів титриметрії. Прямі, зворотні і побічні титриметричні визначення. Криві титрування</p>
<p>Лб1 "Титриметричний аналіз." (денна) Перевірка місткості мірного посуду. Титриметричний аналіз. Розрахунки в титриметрії.</p>
<p>Лб2 "Титриметричний аналіз." (денна) Техніка виконання титриметричного аналізу. Метод пипетування. Метод окремих наважок.</p>
<p>Лб3 "Метод кислотно-основного титрування." (денна) Метод кислотно-основного титрування. Приготування стандартних розчинів.</p>
<p>Лб4 ""Метод кислотно-основного титрування."" (денна) Контрольне визначення H₂SO₄ у розчині з невідомою концентрацією.</p>
<p>Лб5 "Метод комплексонометрії" (денна) Метод комплексонометрії. Приготування стандартних розчинів.</p>
<p>Лб6 "Метод комплексонометрії" (денна) Визначення загальної твердості води.</p>
<p>Лб7 "Метод окисно-відновного титрування" (денна) Метод окисно-відновного титрування. Приготування стандартних розчинів.</p>
<p>Лб8 "Метод окисно-відновного титрування" (денна) Йодометрія. Визначення йону Cu²⁺ у мідному купоросі.</p>
<p>Тема 3. Хімічна термодинаміка та хімічна кінетика</p>
<p>Лк5 "Термодинамічні потенціали та характеристичні функції." (денна) Теплові ефекти реакцій. Закон Гесса, його термодинамічне обґрунтування. Розрахунок теплових ефектів хімічної реакції. Закон Кірґофа. Порядок та молекулярність хімічної реакції. Методи визначення порядку реакції. Час напівперетворення. Лімітуюча стадія складної реакції. Теорія активних зіткнень. Енергія активації. Залежність швидкості реакції від температури, правило Вант-Гоффа, рівняння Арреніуса. Визначення енергії активації та константи швидкості для різних процесів.</p>

<p>Пр1 "Термохімія" (денна)</p> <p>Комплексний розрахунок теплового ефекту реакції при заданих умовах за рівнянням Кірхгоффа</p>
<p>Пр2 "Термохімія" (денна)</p> <p>Тематичне тестування</p>
<p>Пр3 "Кінетика хімічних реакцій" (денна)</p> <p>Комплексний розрахунок кінетичних констант та енергії активації для заданої реакції. Визначення періодів напіврозпаду радіоактивних елементів</p>
<p>Пр4 "Кінетика хімічних реакцій" (денна)</p> <p>Комплексний розрахунок кінетичних констант та енергії активації для заданої реакції. Тематичне тестування</p>
<p>Тема 4. Електрохімічні процеси в природоохоронних технологіях</p>
<p>Лк6 ". Електродні потенціали." (денна)</p> <p>Електродні потенціали. Стрибки потенціалів на межі метал-розчин. Стандартні електродні потенціали. Ряд напруг. Загальне поняття про корозію. Методи захисту металів від корозії. Інгібітори корозії. Основні катодні і анодні процеси при електролізі. Застосування електрохімічних процесів в природоохоронних технологіях</p>
<p>Пр5 "Визначення ЕРС гальванічного елемента" (денна)</p> <p>Визначення ЕРС гальванічного елемента, розрахунки за законами електролізу</p>
<p>Пр6 "Гальванічний елемент. Електроліз" (денна)</p> <p>Визначення ЕРС гальванічного елемента, розрахунки за законами електролізу. Тематичне тестування</p>
<p>Лб9 "Визначення вмісту йона феруму (III) у питній воді за допомогою фотокалориметра КФК" (денна)</p> <p>Визначення вмісту йона феруму (III) у питній воді за допомогою фотокалориметра КФК. Побудова калібрувального графіку</p>
<p>Лб10 "Визначення вмісту йона феруму (III) у питній воді за допомогою фотокалориметра КФК" (денна)</p> <p>Проведення обчислень, вирішення практичних завдань щодо електрохімічних процесів в водному середовищі</p>
<p>Тема 5. Поверхневі явища</p>
<p>Лк7 "Адсорбція" (денна)</p> <p>Адсорбція на межі рідина-газ. Рівняння Гіббса Фізична та хімічна адсорбція. Емпіричне рівняння ізотерми адсорбції. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра</p>

Лб11 "Кількісне визначення іонів нікелю методом осадової хроматографії" (денна) Підготовка хроматографічного папіру та калібрувального графіку для кількісного визначення іонів нікелю
Лб12 "Кількісне визначення іонів нікелю методом осадової хроматографії" (денна) Проведення хроматографічного розділення та визначення кількісного вмісту іонів нікелю
Лб13 "Вимірювання адсорбції оцтової кислоти на поверхні вугілля" (денна) Вимірювання адсорбції оцтової кислоти на поверхні вугілля. Отримання ізотерми адсорбції
Лб14 "Вимірювання адсорбції оцтової кислоти на поверхні вугілля" (денна) Побудова лінійної ізотерми в координатах Фрейдліха. Визначення констант в рівняннях ізотерм.
Тема 6. Колоїдні системи та їх властивості
Лк8 "Класифікація дисперсних систем." . Класифікація дисперсних систем. Методи диспергування. Пептизація Властивості дисперсних систем: молекулярно-кінетичні, електричні. Будова міцели. Коагуляція.
Пр7 "Властивості колоїдних систем. Структура міцели" (денна) Характеристики колоїдних систем, оптичні властивості золів, структури міцели. Складання формул міцел
Пр8 "Золі. Стійкість колоїдних систем" (денна) Складання формули міцели. Задачі пов'язані із процесами коагуляції. Тематичне тестування
Лб15 "Визначення розмірів частинок дисперсних систем" Визначення розмірів частинок дисперсних систем, що не підпадають під рівняння Релея.
Лб16 "Визначення розмірів частинок дисперсних систем, що не підпадають під рівняння Релея. Визначення швидкості та порога коагуляції." (денна) Визначення швидкості та порога коагуляції золю.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД3	Підготовка до лабораторного заняття
НД4	Виконання віртуальних лабораторних робіт
НД5	Виконання практичних завдань
НД6	Підготовка до поточного та підсумкового контролю

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Пошукова лабораторна робота
МН3	Практико-орієнтоване навчання
МН4	Метод ілюстрацій

Лекції надають студентам матеріали з аналітичної, фізичної та колоїдної хімії, пов'язані із екологічними та природоохоронними процесами, що дає основу для зацікавленого та свідомого навчання здобувачів вищої освіти (РН 1). Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають студентам змогу застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 2) та лабораторними заняттями, що надають студентам змогу застосовувати теоретичні знання при проведенні хімічного експерименту із професійною складовою. Використання методичних матеріалів на інтернет платформах (МІХ та ін) розвиває здатність до самоосвіти та самооцінювання. (РН 3). Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність; навички письмової комунікації, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до лабораторних робіт та їх виконання розвиває у студентів навички до синтезу та аналізу інформації.

Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність; навички письмової комунікації, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до лабораторних робіт та їх виконання розвиває у студентів навички до синтезу та аналізу інформації, планування та виконання хімічних експериментів, висловлення думок у письмовій та усній формі.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО2	Експрес-тестування
МФО3	Перевірка результатів проведення експериментів

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт
МСО2	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
МСО3	Інтерактивне тестування по темам
МСО4	Складання комплексного модульного контролю (атестаційне тестування)

Контрольні заходи:

2 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		32
	16x2	32
МСО2. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		10
		10
МСО3. Інтерактивне тестування по темам		30
	10x3	30
МСО4. Складання комплексного модульного контролю (атестаційне тестування)		28
	2x14	28

Контрольні заходи в особливому випадку:

2 семестр		100 балів
МСО1. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		32
	16x2	32
МСО2. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань		10
		10
МСО3. Інтерактивне тестування по темам		30
	10x3	30
МСО4. Складання комплексного модульного контролю (атестаційне тестування)		28
	2x14	28

Студент, який впродовж навчального періоду виконав усі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну кількість рейтингових балів,

яка відповідає позитивній оцінці (не менше 60 балів), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю (ПСК) з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється. Студент, який впродовж поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний складати захід ПСК. Складання заходу ПСК здійснюється після завершення модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена. При успішному складанні заходу ПСК використовується оцінка «задовільно» (ECTS - «E») – 60 балів, яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів. Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії; Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав кількість рейтингових балів менше 35, не допускається до ПСК, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Для лекційного курсу: аудиторія Ц-224 (Високоякісний автоматизований комутатор Kramer VP-211, Комп'ютер Atom D510 1,6 GHz, Монітор LCD 19 Samsung, Проектор Epson EB-W32, Мікрофон провідний Shure SM 481 C, Настінний проєкційний моторизований екран Sorag розміри 350x350 см, Маршрутизатор WPV 210-EU. Інформаційне забезпечення: пакет програмного забезпечення MS Office, Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання - навчальна платформа MiX СумДУ проект «Аналітична та фізикоколоїдна хімія» , online-studio SumDU. Для лабораторних занять аудиторія Ц-226
ЗН2	Лабораторне обладнання (хімічний посуд, матеріали та препарати тощо)
ЗН3	Прилади: Колориметр фотоелектричний концентраційний КФК-2МПІ призначений для вимірювання в окремих ділянках діапазону довжин хвиль 315...980 нм, для визначення концентрації речовин у розчинах та швидкості зміни оптичної густини системи. Перелік реактивів відповідно до тематики лабораторних робіт, роздатковий матеріал.

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Малишев В. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз . навч. посіб./ В.В. Малишев, А.І. Габ, Д.Б. Шахнін. – К.:Університет «Україна», 2018. – 212 с.
2	Фізична та колоїдна хімія [Текст] : навч. посіб. / С. О. Самойленко, Н. О. Отрошко, О. Ф. Аксьонова, В. О. Добровольська. — Х. : Світ Книг, 2018. — 340 с
Допоміжна література	
1	Daniel C. Harris. Quantitative Chemical Analysis.-Macmillan Learning.W.H.Freeman & Co Ltd.-United States.- 300 p

2	Serdiuk V, Sklabinskyi V, Bolshanina S, Ableyev A, Dychenko T. Prevention of Hydrosphere Contamination with Electroplating Solutions through Electromembrane Processes of Regeneration. Journal of Ecological Engineering. 2020;21(4):61-69. doi:10.12911/
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	David Harvey. Analytical chemistry - https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/486
2	Фізична та колоїдна хімія [Електронний ресурс] : навч. посіб. — Кам'янець-Подільський, 2017. — 186 с
3	Фізична і колоїдна хімія [Електронний ресурс] : конспект лекцій. Ч.2 : Колоїдна хімія. — Тернопіль : ТНТУ, 2017. — 152 с.
4	Аналітична та фізикоколоїдна хімія. Матеріали до лекційних, лабораторних, практичних занять, тестування. http://elearning.sumdu.edu.ua/s/45-4zi
5	The world's leading digital platform for science education Labster https://my.labster.com/course/6366ca64739963bf0a33b8a0/overview