


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Хімічний факультет  
Кафедра фізичної та колоїдної хімії

“ЗАТВЕРДЖЕНО”  
на засіданні кафедри фізичної та колоїдної хімії хімічного факультету  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри  Олександр РЕШЕТНЯК

Силабус з навчальної дисципліни  
“Хімічні джерела електричної енергії”,  
що викладається в межах першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти для здобувачів зі спеціальності 102 «Хімія»

Львів 2022 р.

<b>Назва дисципліни</b>	«Хімічні джерела електричної енергії» (2 семестр)
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Навчальний корпус хімічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія 6/6а.
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Хімічний факультет, кафедра фізичної та колоїдної хімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки. 102 Хімія
<b>Викладачі дисципліни</b>	Бойчишин Лідія Михайлівна, к.х.н., доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії
<b>Контактна інформація викладачів</b>	Хімічний факультет, кафедра фізичної та колоїдної хімії, вул. Кирила і Мефодія 6/6а, к. 129; тел. (032) 2600397 електронна пошта: <a href="mailto:lidiya.boichyshyn@lnu.edu.ua">lidiya.boichyshyn@lnu.edu.ua</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	<i>Консультації під час семестру:</i> 1) очно при попередній домовленості з викладачем за адресою: хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія, 6, ауд. 122; 2) дистанційно через електронну пошту
<b>Сторінка дисципліни</b>	Матеріали до курсу розміщені у системі MOODLE ЛНУ імені Івана Франка за адресою: <a href="http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=152">http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=152</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	«Хімічні джерела електричної енергії» (2 семестр) є дисципліною вільного вибору студента для студентів хімічного факультету 4 року навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 102 Хімія. Обсяг дисципліни –4,5 кредити ECTS. Дисципліна «Хімічні джерела електричної енергії» є складовою циклу професійної підготовки фахівців в межах першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Оскільки основні процеси перетворення енергії у хімічних джерелах струму відбуваються на межі фаз електроліт–електрод, то дана дисципліна вимагає для засвоєння попередньої підготовки з таких фундаментальних дисциплін як «Фізика», «Неорганічна хімія» та «Фізична хімія», а особливо одного з її розділів – електрохімії, а також є логічним доповненням таких дисциплін вільного вибору студента як «Процеси на заряджених міжфазних межах» та «Корозія і антикорозійний захист», що читаються студентам хімічного факультету.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Проблеми перетворення, накопичення та збереження енергії в сучасних умовах набувають особливої гостроти у зв'язку з дефіцитом енергетичних потужностей та паливних ресурсів. Тому вивчення фізико-хімічних та технологічних основ функціонування та виробництва хімічних джерел струму (або хімічних джерел електричної енергії) є надзвичайно важливим для формування майбутніх спеціалістів-хіміків, а особливо – фізико-хіміків. Оскільки основні процеси перетворення енергії у хімічних джерелах струму відбуваються на межі фаз електроліт–електрод, то дана дисципліна вимагає для засвоєння попередньої підготовки з таких фундаментальних дисциплін як «Фізика», «Неорганічна хімія» та «Фізична хімія», а особливо одного з її розділів – електрохімії, а також є

	<p>логічним доповненням таких дисциплін вільного вибору студента як “Процеси на заряджених міжфазних межах” та ”Корозія і антикорозійний захист”, що читаються студентам хімічного факультету.</p> <p>З іншого боку, розгляд процесів перенесення зарядів та речовини, яке відбувається як в об’ємі електроліту, так і порах електродів й сепараторів, необхідності використання нових матеріалів, зокрема полімерної природи, особливостей конструювання та виробництва хімічних джерел струму тощо закріпить знання студентів з хімічної технології, колоїдної хімії та хімії високомолекулярних сполук.</p> <p>Структура курсу побудована таким чином, що спочатку розглядаються загальні теоретичні положення на яких ґрунтуються процеси перетворення енергії в хімічних джерелах струму, послідовно розглядаються вимоги до електрохімічних систем та аналізується можливості та доцільність їхнього практичного застосування, особливості конструкції та виробництва. Окрім того, зміст спецкурсу включає в себе детальний розгляд найпоширеніших на сьогодні первинних та вторинних електрохімічних систем, а саме елементів Лекланше та свинцевого кислотного акумулятора.</p> <p>Основний зміст спецкурсу розглядається у контексті з історичним екскурсом щодо розвитку хімічних джерел струму, їхньої ролі та значення у повсякденному житті та перспектив і напрямів розвитку у майбутньому</p>
<p><b>Мета та цілі дисципліни</b></p>	<p>Мета та завдання дисципліни “Хімічні джерела електричної енергії” полягає у отриманні знань про типи, будову та функціонування хімічних джерел струму, експериментальні методики дослідження характеристик хімічних джерел струму різного типу. Предметом навчальної дисципліни є фізико-хімічні основи функціонування, будова та типи складових частин (електроди, електроліти, сепаратори), електричні та експлуатаційні характеристики первинних, вторинних (акумулятори), паливних та комбінованих елементів.</p>
<p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p>	<p>Основна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Будзуляк І.М., Яблонь Л.С., Остафійчук Б.К., Григорчак І.І., Морушко О.В., Хемій О.М. Накопичення заряду в електро-хімічних системах, сформованих на основі низькорозмірних структур. - Івано-Франківськ, 2018. 316 с.</li> <li>2. Технічна електрохімія. Ч. I. Електрохімічні виробництва хімічних продуктів: Підручник / За ред. д-ра техн. наук, проф. Б. І. Байрачного.— Х.: ВАТ «Видавництво «Прапор», 2002.— 254 с.</li> <li>3. Методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни вільного вибору «Хімічні джерела струму» [для студентів IV курсу хімічного факультету] / Олександр Володимирович Решетняк ; Львів. нац. ун-т ім. Ів. Франка. - Львів: Малий видавничий центр хімічного та фізичного факультетів ЛНУ імені Івана Франка, 2013. - 44 с.</li> </ol> <p>Додаткова:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ковальчук Є.П. Решетняк О.В. Фізична хімія. –Львів.: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. –800с.</li> <li>2. Січка Т.Г., Касперський А.В. Електрика і магнетизм. Практичні Заняття. Навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей. Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2007.- 164с.</li> </ol> <p><b>1. Хімічний портал ChemWeb: <a href="http://www.chemweb.com/">http://www.chemweb.com/</a> .</b>  <b>Міжнародна повнотекстова наукова база даних ScienceDirect: <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>, зокрема наукові журнали видавництва Elsevier:</b></p>

	<p>2. <i>Electrochemistry Communications</i>:  <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/13882481">http://www.sciencedirect.com/science/journal/13882481</a> ;</p> <p>3. <i>Electrochimica Acta</i>:  <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/00134686">http://www.sciencedirect.com/science/journal/00134686</a> ;</p> <p>4. <i>Journal of Electroanalytical Chemistry</i>:  <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/15726657">http://www.sciencedirect.com/science/journal/15726657</a> ;</p> <p>5. <i>Journal of Power Sources</i>:  <a href="http://www.sciencedirect.com/science/journal/03787753">http://www.sciencedirect.com/science/journal/03787753</a> .</p> <p><b>Королівське Товариство Хімії (Royal Society of Chemistry, RSC):</b>  <a href="http://www.rsc.org/">http://www.rsc.org/</a> , зокрема наукові журнали:</p> <p>6. <i>Analyst</i>: <a href="http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/an">http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/an</a> ;  <i>Chemical Communications</i>: <a href="http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cc">http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cc</a> ;</p> <p>7. <i>Chemical Society Reviews</i>:  <a href="http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cs">http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cs</a> ;</p> <p>8. <i>Physical Chemistry Chemical Physics</i>:  <a href="http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cp">http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/cp</a>.</p> <p><b>Американське Хімічне Товариство (American Chemical Society, ACS):</b>  <a href="http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content">http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content</a> , зокрема наукові журнали:</p> <p>9. <i>Accounts of Chemical Research</i>: <a href="http://pubs.acs.org/journal/achre4">http://pubs.acs.org/journal/achre4</a> ;</p> <p>10. <i>Chemical Reviews</i>: <a href="http://pubs.acs.org/journal/chreay">http://pubs.acs.org/journal/chreay</a> ;</p> <p>11. <i>Energy &amp; Fuels</i>: <a href="http://pubs.acs.org/journal/enfuem">http://pubs.acs.org/journal/enfuem</a> ;</p> <p>12. <i>Journal of American Chemical Society</i>:  <a href="http://pubs.acs.org/journal/jacsat">http://pubs.acs.org/journal/jacsat</a> ;</p> <p>13. <i>Journal of Physical Chemistry B</i>: <a href="http://pubs.acs.org/journal/jpcbfb">http://pubs.acs.org/journal/jpcbfb</a> .</p> <p><b>Електрохімічне товариство (The Electrochemical Society, ECS):</b>  <a href="http://www.electrochem.org/index.htm">http://www.electrochem.org/index.htm</a> , зокрема наукові журнали:</p> <p>14. <i>Journal of the Electrochemical Society</i>: <a href="http://jes.ecsdl.org/">http://jes.ecsdl.org/</a> ;</p> <p>15. <i>Electrochemical and Solid-State Letters</i>: <a href="http://esl.ecsdl.org/">http://esl.ecsdl.org/</a> .</p> <p><b>Наукові журнали видавництва Springer ( <a href="http://www.springer.com/">http://www.springer.com/</a> ), зокрема:</b></p> <p>16. <i>Journal of Applied Electrochemistry</i>:  <a href="http://www.springer.com/chemistry/electrochemistry/journal/10800">http://www.springer.com/chemistry/electrochemistry/journal/10800</a> ;</p> <p>17. <i>Journal of Solid State Electrochemistry</i>:  <a href="http://www.springer.com/chemistry/physical+chemistry/journal/10008">http://www.springer.com/chemistry/physical+chemistry/journal/10008</a> ;</p> <p>18. <i>Surface Engineering and Applied Electrochemistry</i>:  <a href="http://www.springer.com/engineering/production+engineering/journal/11987">http://www.springer.com/engineering/production+engineering/journal/11987</a> .</p> <p><b>Наукові журнали видавництва Wiley Interscience ( <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a> ), зокрема:</b></p> <p>19. <i>ChemPhysChem</i>:  <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1439-7641">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1439-7641</a> ;</p> <p>20. <i>Electroanalysis</i>:  <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-4109">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-4109</a>;</p> <p>21. <i>Electrophoresis</i>:  <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1522-2683">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1522-2683</a>;</p> <p>22. <i>Fuel Cells</i>: <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1615-6854">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1615-6854</a> .</p>
<b>Тривалість курсу</b>	Один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	4,5 кредити, 135 годин, з них: аудиторних 78 год (лекції - 26, лабораторних - 52), самостійної роботи - 57 год.
<b>Очікувані результати навчання</b>	Проблеми перетворення, накопичення та збереження енергії в сучасних умовах набувають особливої гостроти у зв'язку з дефіцитом енергетичних потужностей та паливних ресурсів. Тому вивчення фізико-

хімічних та технологічних основ функціонування та виробництва хімічних джерел струму (або хімічних джерел електричної енергії) є надзвичайно важливим для формування майбутніх спеціалістів-хіміків, а особливо – фізико-хіміків. Структура курсу побудована таким чином, що спочатку розглядаються загальні теоретичні положення на яких ґрунтуються процеси перетворення енергії в хімічних джерелах струму, послідовно розглядаються вимоги до електрохімічних систем та аналізується можливості та доцільність їхнього практичного застосування, особливості конструкції та виробництва. Окрім того, зміст курсу включає в себе детальний розгляд найпоширеніших на сьогодні первинних, вторинних електрохімічних систем та паливних елементів..

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен освоїти **загальні компетентності (ЗК), спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК) відповідно до програмних результатів навчання (ПРН), зокрема:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на основі логічних аргументів і перевірених фактів.

ЗК2. Здатність вчитися впродовж життя і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Гнучкість мислення.

ЗК4. Відкритість до застосування хімічних знань та вмінь в широкому діапазоні майбутніх місць роботи та в повсякденному житті.

ЗК5. Здатність працювати у команді та автономно.

ЗК6. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК7. Здатність здійснювати математичні розрахунки, оцінку та аналіз помилок, правильно використовувати одиниці та способи представлення даних.

ЗК8. Навички в області застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для обробки хімічних даних.

ЗК9. Навички до представлення комплексних даних усно та письмово.

ЗК10. Здатність спілкуватися іноземною мовою, як усно, так і письмово.

ЗК13. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК14. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК15. Здатність бути критичним і самокритичним.

СК1. Розуміння ключових хімічних понять, основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

СК2. Вміння застосовувати знання і розуміння для вирішення якісних та кількісних проблем відомої природи.

СК3. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

СК4. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

СК5. Навички в практичному застосуванні теоретичних відомостей.

СК6. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.

СК7. Практичні навички, що дають змогу зрозуміти ризики та безпечно працювати, виконуючи професійні обов'язки.

СК8. Здатність здійснювати лабораторні дослідження під керівництвом та автономно, навички, необхідні для проведення лабораторних

процедур, пов'язаних з синтетичною та аналітичною роботою.

СК9. Вміння здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, вміння описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

СК10. Вміння використовувати стандартне хімічне обладнання.

СК11. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

СК12. Розуміння етичних та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

**Програмні результати навчання, зокрема знання:**

ПР31. Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань.

ПР32. Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії.

ПР33. Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді.

ПР34. Знання головних типів хімічних реакцій та їхніх характеристики.

ПР35. Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин.

ПР36. Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їхній основі.

ПР37. Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.

ПР38. Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів.

ПР39. Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПР310. Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їхнього застосування для вирішення практичних задач.

**Уміння:**

ПРУ1. Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї.

ПРУ2. Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей.

ПРУ3. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

ПРУ4. Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.

ПРУ5. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.

ПРУ6. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

ПРУ7. Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.

ПРУ8. Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.

ПРУ9. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.

	<p>ПРУ10. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.</p> <p>ПРУ 11. Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички</p> <p><b>Комунікація:</b></p> <p>ПРК1. Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.</p> <p>ПРК2. Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.</p> <p>ПРК3. Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.</p> <p>ПРК4. Здатність до презентації результатів своїх досліджень.</p> <p>ПРК5. Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.</p> <p>ПРК6. Здатність використовувати сучасні інформаційно- комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.</p>
<b>Ключові слова</b>	Первинні та вторинні хімічні джерела електричної енергії, ємність, потужність, методи дослідження, застосування.
<b>Формат курсу</b>	Очний
<b>Теми</b>	<b>Схема курсу денної форми навчання</b> *наведена нижче
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в кінці семестру. Залік – комбінований.
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Фізика», «Вища математика», «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізична хімія» та інші, які викладаються студентам хімічного факультету необхідних для сприйняття категоріального апарату курсу, проведення необхідних математичних перетворень та розуміння описуваних явищ.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Використовуються такі методи навчання: а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, консультація, бесіда, інструктаж (вступний та поточний під час виконання лабораторних робіт); б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами, графіками, фото- та відеоматеріалами; в) <i>практичні</i> – виконання лабораторних робіт, індивідуальних тестових та письмових контрольних завдань.
<b>Необхідне обладнання</b>	<i>Лекційні та лабораторні заняття</i> – мультимедійна установка та ноутбук, інтернет, вольтметр, амперметр, потенціостат.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме: – навчального модуля № 1 «Основні поняття про хімічні джерела струму. Їх електричні та експлуатаційні характеристики». – навчального модуля № 2 «Будова та експлуатація хімічних джерел струму. Типи та порівняльні характеристики складових частин хімічних джерел струму». Кожен з модулів є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчального плану, засвоєння якого передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання. Кожен модуль передбачає виконання лабораторних робіт, виконання 8 тестів поточного та 2 тестів модульного контролю знань студентів.

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється у вигляді **поточного та підсумкового** контролю.

При виставленні балів поточного контролю враховуються теоретичні знання студентів, продемонстровані ними під час опитувань в усній (колоквиуми, допуски до лабораторних робіт) і письмовій (тестові контрольні завдання) формі, письмові звіти про виконання лабораторних робіт.

Результати поточної навчальної діяльності студентів упродовж семестру оцінюються за 100-бальною шкалою.

### **Поточне оцінювання з курсу «Хімічні джерела електричної енергії» (2 семестр)**

Поточні види роботи	Кількість оцінювань	Кількість* балів	Максимальна сума балів за вид роботи
Тестові завдання	8	2	16
Лабораторні роботи	5	3	10
Реферативні роботи	1	9	9
Колоквиуми (модульні тести)	2	4	8
Залік	1	50	50
Всього протягом семестру (визначається середній бал)			100

\* Студент, який отримав позитивні оцінки по всіх видах контролю та одержав 26 і більше балів, допускається до складання іспиту. Максимальна кількість балів при оцінюванні знань студента на іспиті становить 50 балів.

#### **Умови допуску студента до підсумкового контролю (іспиту):**

– виконання та здача 8 тестів, 5 лабораторних робіт, реферату та 2 колоквиумів;

– набрати **≥26** балів (у 100-бальній шкалі) за поточні види роботи.

**Іспит:** максимально – 50 балів;

**Підсумкова оцінка:** 100 семестрових балів.

#### **Рейтингове підсумкове оцінювання знань студентів (у балах)**

Оцінка ЄКТС	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит (Залік)	
A	90–100	5	відмінно
B	81–89	4	дуже добре
C	71–80		добре
D	61–70	3	задовільно
E	51–60		достатньо
FX	30–50	2	незадовільно
F	1–29		

*Відвідування занять є важливою складовою процесу навчання. Очікується, що студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважної причини. У випадку хвороби поважність пропуску має бути підтверджена документально. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків та видів робіт, визначених для*

	<p>виконання/здачі звітів про всі поточні види робіт, передбачених курсом. Пропущені лабораторні заняття мають бути відроблені в обов'язковому порядку в позаурочний час у встановлені терміни. Час та порядок відпрацювання має бути попередньо узгоджений з викладачем та навчально-допоміжним персоналом лабораторії. Відпрацювання має бути зареєстроване у відповідному журналі лабораторії.</p> <p><i>Письмові звіти про поточні види роботи</i> Очікується, що реферативні роботи/тести студентів будуть виконані ними особисто та здані викладачеві впродовж семестру у встановлені терміни. Фабрикування чи використання чужих вихідних експериментальних даних, списування, втручання в роботу інших студентів тощо вважаються проявами академічної недоброчесності. Виявлення її ознак є підставою для незарахування викладачем відповідних видів роботи незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><i>Література та інші навчальні матеріали.</i> Уся література та інші матеріали, які студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p>
<p><b>Питання до екзамену</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні поняття про хімічні джерела електричної енергії: гальванічний елемент, батарея елементів, первинні, вторинні, паливні та комбіновані елементи.</li> <li>2. Будова гальванічного елемента та основні фізико-хімічні процеси, що лежать в основі його функціонування.</li> <li>3. Аналоги хімічних джерел струму та процесів, що в них протікають (конденсатори, електролізери, електричні генератори тощо).</li> <li>4. Області застосування хімічних джерел струму та вимоги до них.</li> <li>5. Хімічні джерела струму та велика енергетика.</li> <li>6. Проблеми електромобіля та їх вирішення.</li> <li>7. Струмоутворюючі реакції у хімічних джерелах струму.</li> <li>8. Побічні реакції, що протікають у хімічних джерелах.</li> <li>9. Поняття електрохімічної системи. Вимоги, що ставляться до них.</li> <li>10. Режими розряду хімічних джерел струму.</li> <li>11. Режими зарядки хімічних джерел струму.</li> <li>12. Правильно та неправильно розімкнуті ланцюги провідників. Гальванічні ланцюги.</li> <li>13. Електричні характеристики хімічних джерел струму: електрорушійна сила, напруга розімкнутого кола, напруга зарядки та розряду. Їх залежність від вибраної електрохімічної системи та умов розряду (зарядження).</li> <li>14. Перенапруга, її вклад у напругу розряду (зарядження) ХДС.</li> <li>15. Внутрішній опір хімічних джерел струму, його складові та вплив на електричні характеристики та коефіцієнт корисної дії елемента.</li> <li>16. Потенціал електрода. Гальвані- та Вольта-потенціал.</li> <li>17. Електричні характеристики ХДС: теоретична, максимальна, розрядна та зарядна ємність.</li> <li>18. Зовнішні та внутрішні фактори, що впливають на величину розрядної ємності хімічних джерел струму.</li> <li>19. Кристалізаційна поляризація та пасивація електродів.</li> <li>20. Електричні характеристики вторинних хімічних джерел струму: глибина розряду (заряду), віддача за струмом (ємністю) та енергією.</li> <li>21. Номінальні електричні характеристики хімічних джерел струму.</li> <li>22. Електричні характеристики ХДС: потужність та енергозапас.</li> <li>23. Електричні характеристики ХДС: порівняння різних</li> </ol>

- електрохімічних систем та хімічних джерел струму різної конструкції. Оптимальні розміри хімічних джерел струму.
24. Вплив температури на електричні характеристики хімічних джерел струму.
  25. Експлуатаційні характеристики первинних та вторинних ХДС.
  26. Закони Фарадея. Питомий розхід реагентів та ступінь їх використання.
  27. Активаційна поляризація електродів.
  28. Концентраційна поляризація електродів.
  29. Термодинаміка гальванічного елемента.
  30. Проблема надійності та безвідмовності хімічних джерел струму. Види відмов ХДС, фактори, що впливають на ступінь їхньої надійності.
  31. Предмет електрокаталізу. Каталізатори для хімічних джерел струму, вимоги для них та шляхи їх раціонального використання.
  32. Історичні етапи розвитку хімічних джерел струму.
  33. Економічні питання виробництва та застосування хімічних джерел струму.
  34. Особливості експлуатації та догляду за хімічними джерелами струму.
  35. Проблема герметизації хімічних джерел струму.
  36. Вплив геометричних факторів (пористості, фактора звивистості тощо) на функціональні характеристики пористих матеріалів (електродів та сепараторів).
  37. Типи реальних електродів для хімічних джерел струму, їх переваги, недоліки та вплив на електричні характеристики хімічних джерел струму.
  38. Склад активної маси електродів для хімічних джерел струму.
  39. Теплові процеси у хімічних джерел струму.
  40. Методи одержання вихідних компонентів та формування пористих матеріалів.
  41. Основні показники пористих матеріалів: геометричні, хімічні та функціональні.
  42. Основні функції сепараторів у хімічних джерел струму, вимоги до них.
  43. Типи сепараторів для хімічних джерел струму та методи їх застосування.
  44. Механізм провідності у твердих кристалічних електролітах.
  45. Загальна характеристика та типи електролітів з уніполярною провідністю.
  46. Основні класи твердих кристалічних електролітів.
  47. Типи електролітів, що використовуються у хімічних джерел струму, їх основні характеристики.
  48. Особливості функціонування газодифузійних (газорідинних) електродів для хімічних джерел струму.
  49. Резервні елементи. Особливості їх функціонування та конструкції.
  50. Кисневий (водневий) цикл як метод герметизації хімічних джерел струму.
  51. Свинцевий акумулятор: електрохімічна система, що лежить в його основі, струмоутворюючі та побічні реакції.
  52. Конструкція та технологія виготовлення елементів Лекланше.
  53. Конструкція та технологія виготовлення свинцевих акумуляторів.
  54. Порівняльні характеристики реагентів для паливних елементів.
  55. Система зберігання та підготовки реагентів автономної

	<p>енергетичної установки.</p> <p>56. Будова електрохімічного генератора.</p> <p>57. Проблема сульфатації та пасивації електродів свинцевого акумулятора. Корозія решіток позитивного оксидно свинцевого електрода.</p> <p>58. Причини саморозряду та осипання активної маси електродів у свинцевому акумуляторі.</p> <p>59. Взаємозв'язок електричних характеристик та конструкції свинцевого акумулятора.</p> <p>60. Електрохімічні основи функціонування марганець-цинкових елементів з сольовим електролітом (елементів Лекланше).</p> <p>61. Проблема саморозряду та витікання електроліту у елементах Лекланше.</p> <p>62. Загальна характеристика паливних елементів.</p> <p>63. Конструкційні різновиди хімічних джерел струму.</p> <p>64. Електричні характеристики паливних елементів.</p> <p>65. Порівняльна характеристика елементів Лекланше та марганець-повітряно-цинкових елементів.</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано в кінці курсу

### \*Схема курсу денної форми навчання

Лекційний курс			Лабораторні роботи**		К-ть год. СР	Контроль поточної успішності	Л-ра
Тижні / семестр	Номер, назва і зміст теми	К-ть год.	Номер, назва і зміст теми	К-ть год.			
4 / VIII	1. Основні поняття про хімічні джерела струму. Реакції, що протікають в хімічних джерелах струму (ХДС). Основні принципи конструкції ХДС. Саморозряд. Типи хімічних джерел струму. Поняття батареї елементів. Аналоги ХДС. Області застосування ХДС.	2	1. Свинцевий кислотний акумулятор	4	2	T1	Осн. літ. 1,2,3 Додатк. 1,5,11,12,13
5 / VIII	2. Електрохімічна система. Поняття електрохімічної чарунки та системи. Загальні вимоги до електрохімічних систем в цілому та реагентів зокрема. Історичний розвиток ХДС. Вимоги до експлуатації ХДС. Експлуатаційні	2	2. Виготовлення та дослідження електричних характеристик мідно-магнієвого елемента, що активується водою	4	5	T2	Осн. літ. 1,2,3 Додатк. 1-13

	характеристики ХДС. Відмови ХДС. Фактори, що впливають на надійність ХДС.						
6–7 / VIII	3. Електричні характеристики ХДС. Напруга розімкнутого кола та ЕРС. Термодинаміка гальванічного елемента. Напруга розряду (зарядки). Повний внутрішній опір ХДС та його складові. Поляризація. Струм розряду та розрядна ємність, потужність, енергозапас. Методи зарядки та розряду ХДС. Специфічні електричні характеристики акумуляторів. Електричні характеристики для порівняння різних електрохімічних систем.	4	3. Дослідження електричних характеристик літєвого первинного елемента з апротонним електролітом	4	10	T3/T4	Осн. літ. 1,2,3 Додатк. 4-22
8 / VIII	4. Історичний розвиток ХДС. Загальні відомості про конструкцію ХДС. Вимоги до конструкційних матеріалів, їхній зв'язок з електричними та експлуатаційними характеристиками ХДС. Пористі виробы, їх геометричні, хімічні та функціональні характеристики	2	4. Літєвий акумулятор на основі сполук ванадію інтеркаляційного типу.	8	10	КЛ–1	Осн. літ. 1,2,3 Додатк. 4-15
9–10 / VIII	5. Основні складові частини ХДС. Електроди, сепаратори та електроліти. Їх функції та типи, методи застосування та	4	5. Синтез електроактивних полімерних матеріалів та їхня апробація у ХДС	8	10	T5/T6	

	порівняльна характеристика. Активна маса електрода. Електроди та сепаратори як пористі системи. Проходження струму та перенесення речовини у електролітах. Механізм провідності в твердих електролітах.						
11-12 / VIII	6. Найпоширеніші типи первинних хімічних джерел струму. Елементи Лекланше та їх модифікації, резервні ХДС. Їх конструкція, природа струмоутворюючих та побічних реакцій, електричні та експлуатаційні характеристики. Перспективи використання літію, алюмінію та магнію у первинних ХДС.	4	6. Визначення коефіцієнтів дифузії катіонів у електроактивні матеріали інтеркаляційного типу	8	5	T7/T8	Осн. літ. 1,2,3
13-14 / VIII	7. Вторинні ХДС. Свинцевий кислотний та лужні акумулятори: електричні та експлуатаційні характеристики, природа струмоутворюючих та побічних реакцій, конструкція, особливості експлуатації та догляду. Сучасні типи літєвих акумуляторів.	4	7. Цинкові елементи з лужним електролітом.	4	5	Реферат	Додатк. 4-15
			8. Термодинаміка гальванічного елемента	4	5		Осн. літ. 1,2,3
15-16 / VIII	8. Загальна характеристика та будова паливних елементів й електрохімічних генераторів. Електричні та експлуатаційні	4	9. Порівняльний аналіз електричних характеристик первинних марганець-діоксидних елементів з Zn, Mg	4	5	КЛ-2/Залік	Осн. літ. 1,2,3 Додатк. 4-22

	характеристики паливних елементів. Порівняльний аналіз реагентів для паливних елементів. Принципи функціонування газодифузійного електрода. Характеристика киснево-водневих паливних елементів.		та Li негативними електродами.				
	Всього, год	26		52	57		

\*\*Кожен студент/ка виконує п'ять лабораторних робіт за рекомендацією викладача