**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ «ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ»**

**Учебен курс**

**Факултет**

Химически

**Катедра**

Аналитична химия и компютърна химия

**Професионално направление (на курса)**

4.2 Химически науки

**Специалност**

Фармацевтични биотехнологии (редовно обучение)

**ОПИСАНИЕ**

1. **Наименование на курса**

Аналитична химия с инструментални методи

1. **Код на курса**
2. **Тип на курса**

Задължителен

1. **Равнище на курса (ОКС)**

Бакалавър

1. **Година на обучение**

първа

1. **Семестър**

І

1. **Брой ECTS кредити**

7

1. **Име на лектора**

доц. д-р Веселин Кметов

1. **Учебни резултати за курса** **– усвоени знания, умения, компетенции (цели)**

Успешно завършилите обучението по тази учебен курс:

1. *ще знаят*:
* Как да осъществяват въздействие върху равновесни системи до постигане на желаното крайно състояние.
* Принципите, възможностите и ограниченията на класическите титриметрични методи за анализ
* Основните аналитични характеристики на съвременните спектрални и електрохимични инструментални методи за анализ, подходящи за скринингови анализи на екологични обекти
* Как да формулират и поставят аналитичен проблем
* Как да изберат подходящ метод за анализ на конкретен обект.
* Как да представят, оценяват и съпоставят аналитични данни
1. *ще могат***:**
* Да приготвят и стандартизират разтвори с необходимите концентрации, изразени в моларност, нормалност или процентно съдържание.
* Да извършват прости титиметрични анализи на киселини, основи, окислители, редуктори и комплексообразуватели.
* Да представят резултатите от измерване, с оценки за съответната точност и неопределеност.
* Да извършват спектрофотометрични и потенциометрични анализи
1. **Начин на преподаване**

|  |  |
| --- | --- |
| **Аудиторно: 75 ч.*** Лекции (45 часа),
* Лабораторни упражнения (30 часа)
 | **Извънаудиторно: 135 ч*** Самостоятелна подготовка
* Консултации
 |

1. **Предварителни изисквания (знания и умения от предходно обучение) и изисквания за други (едновременни) курсове**

Студентите трябва:

* Студентите трябва да имат познания по обща и неорганична химия: химични знаци и свойства на елементите. Основни знания за природа на химичната връзка, валентност и степен на окисление; химично равновесие; теория на електролитната дисоциация; комплексообразувателни процеси; окислително-редукционни процеси; строеж на атома.
* Студентите трябва да притежават основни умения за работа в химична лаборатория: да познават и да работят с проста лабораторна екипировка – колби, цилиндри, нагревателни уреди;
1. **Препоръчани избираеми програмни компоненти**

Методология на екологичните изследвания

1. **Съдържание на курса**

**13 А. Общо описание (анотация)**

В курса се изучават методите на класическата аналитична химия, основани на равновесни процеси, както и принципите на въздействие върху посоката и степента на извършване на химическите реакции. Предложен е преглед на възможностите и ограниченията на класическите титриметрични методи за решаване на конкретни аналитични задачи. Застъпени са принципите на основните методи за разделяне и концентриране в химичния анализ като екстракция и хроматография.

Разглеждат се и най-често използваните за фармацевтични експертизи съвременни инструментални методи за анализ. Изучават се аналитичните характеристики на атомната и молекулна спектрометрия, основите на потенциометрията.

Отделено е внимание на законовите метрологични изисквания към получаването, представянето и оценяването на резултат от измерване. Разгледани са оценките за точност, прецизност на резултата от измерване, както и основните изисквания към проследимост и валидиране на аналитичен метод.

Практическите занятия включват решаване на изчислителни задачи и експериментална част, в рамките на която студентите разработват индивидуални аналитични задачи под методическото ръководство на асистента. Студентите усвояват базови практически умения за извършване на титриметрични и спектрални анализи.

**13.Б. Тематично съдържание на учебната дисциплина**

**а) лекции – …………………………………………………………………………. 45часа**

**Лекция № 1** ………........………........………........………........………........………...............3 часа

Тема: Предмет на аналитичната химия – обобщена представа за аналитичния процес като провокационно-респонсна схема на поведение. Информацията като вид подреденост –химична информация, касаеща състава и строежа на веществото. Аналитичен процес. Качествен и количествен анализ.

**Лекция № 2-**………........………........………........………........………........………...............3 часа

Тема: Начини за изразяване на концентрацията в разтвори и смеси. Референтни стойности и пределно допустими концентрации на токсични компоненти в биологични обекти

**Лекция № 3-**………........………........………........………........………........………...............3 часа

Тема: Метрологични основи на аналитичната химия. Осигуряване на метрологична проследимост. Организация на дейността на изпитвателните лаборатории - БДС EN ISO 17025:2018. Представяне на аналитични резултати. Средна стойност и стандартно отклонение. Неопределеност, точност и прецизност. Сравняване на резултати от измерване.

**Лекция № 4 -** . ………………………….………........………........……….......……...............3 часа

Тема: Химично равновесие - принципи. Количествено описване на равновесие. Равновесни константи в идеални и реални система. Йонна сила, активност и концентрация. Фактори влияещи върху равновесието.

**Лекция № 5-** …………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Киселинно-основни равновесия. Протолитна теория. Сила на киселини и основи - протолитни константи. Автопротолиза на вода. Водороден експонент (рН). Константи на полипротонни киселини и поливалентни основи. Сила на карбоксилни и аминокиселини. Буферни разтвори. Буферен капацитет. Буфери, действащи в живите организми.

**Лекция № 6-** . ………………………….………........………........……….......……...............3 часа

Тема: Обемен анализ – титриметрия. Принцип и основни понятия. Изисквания към химическата реакция. Стандартни разтвори. Криви на титруване. Еквивалентна и крайна точка. Избор на индикатор.Киселинно-основно титруване (протонометрия) Стандартни разтвори. Киселинно-основни индикатори. Титрувални криви. Предимства, недостатъци и приложение.

**Лекция № 7 -** …………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Комплексообразувтелни процеси. Стабилност на комплексните съединения - стабилитетни константи. Условия, влияещи върху стабилността на комплексите. Хелатни комплекси с биологично значение.

**Лекция № 8 -** ..………………………….………........………........……….......……...............3 часа

Комплексометрично титруване.Стандартни разтвори. Изисквания към реакцията. Криви на титруване. Металохромни индикатори. Аналитично приложение.

**Лекция № 9 -** …………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Окислително-редукционни процеси. Електрод и електрохимични клетки. Сила на окислители и редуктори. Стандартни редокс потенциали. Уравнение на Нернст. Концентрационни галванични клетки. Влияние на странични взаимодействия върху електродния потенциал. Редокс процеси в живите организми. Мембранен потенциал - биологично значение.

**Лекция № 10 -** ………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Редоксиметрия. Изисквания към реакциите. Стандартни разтвори и титрувални криви. Перманганометрия и йодометрия - особености и приложение. Предимства, недостатъци.

**Лекция № 11 –** .………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Електрохимични методи. Общи понятия. Потенциометрия. Индикаторни и сравнителни електроди. Директна потенциометрия. pН-метрия. Приложениия на електрохичимни сензори в биотехнологиите.

**Лекция № 12 -** .………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Оптични методи. Взаимодействие на електромагнитното лъчение с веществото. Спектрофотометрия - общи принципи. Качествен и количествен спектофотометричен анализ закон на Буге –Ламберт Беер. Приложение за анализ на биологични и клинични обекти

**Лекция № 13 -** .………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Инструментални методи за анализ – Методи на атомната спектрометрия. Основни принципи на атомно-абсорбционен, емисионен и масспектрален анализ. Аналитични характеристики и приложение за определяне съдържанието на есенциални елементи и микро-елементи в биологични обекти

**Лекция № 14 -** .………………………….………........………........……….......….................3 часа

Тема: Инструментални методи за анализ молекулна спектрометрия. Вибрационна спектроскопия. Спектрофотометрия и спектрофотометрично титруване. Преглед на спектралните методи, използвани за мониторинг на околната среда.

**Лекция № 15–** .………………………….………........………........……….......….................3 часа

Методи за разделяне, концентриране и маскиране в химичния анализ. Екстракционни методи. Хроматографски методи за разделяне на многокомпонентни системи. Електрофореза. Маскиране на пречещи компоненти.

**б) упражнения - …………………………………………………………………….30 часа**

**Упражнение № 1*–*** ………………………………………………………………………….. 5 часа

Тема: Титриметричен анализ, АЦИДИМЕТРИЯ

1. ***Инструктаж за правилата на работа и мерките за безопасност в лабораторията по аналитична химия.***
2. ***Принцип на обемния титриметричен анализ*** и техника за провеждане на експеримента. Аналитична везна – правила за работа**.**
3. ***Начини за изразяване на концентрацията: тегловни %, N, M. Изчисления в обемния анализ*** ***и представяне на резултати***
4. ***Ацидиметрия*** - принцип на метода. Изисквания към титранти и титроустановители.
5. ***Практическа част***
* приготвяне на разреден разтвор на HСI за титруване
* стандартизиране с титроустановител - Na2CO3
* ***индивидуална аналитична задача***: Определяне масата на NaOН във воден разтвор

**Упражнение № 2–** ………………………………………………………………………….. 5 часа

Тема: АЛКАЛИМЕТРИЯ

1. ***Изчислителни задачи:*** Приготвяне и стандартизиране на разтвори при титриметричния анализ.
2. ***Алкалиметрия*** - принцип на метода
3. **Определяне количеството на слаби и полипротонни киселини.**
4. ***Практическа част***
* приготвяне на разреден разтвор на NaOН за титруване
* стандартизиране с титроустановител – H2C2O4.2H2O
* ***индивидуална аналитична задача;*** Определяне съдържанието на слаби киселини в проба оцет, вино или бира.

**Упражнение № 3 –** ………………………………………………………………………….. 5 часа

Тема: РЕДОКСИМЕТРИЯ

1. ***Изчислителни задачи:*** Приготвяне и стандартизиране на разтвори за редоксиметрия. Изчисляване на m(g) N(eq/L) и % съдържание в перманганометрията.
2. ***Перманганометрия*** - принцип на метода, условия, особености
3. ***Практическа част:***
* приготвяне на разреден разтвор на KMnO4
* стандартизиране с титроустановител - H2С2O4.2H2O
* ***индивидуална аналитична задача***: определяне количеството на морова сол в разтвор

**Упражнение № 4 –** ………………………………………………………………………….. 5 часа

Тема: ЙОДОМЕТРИЯ

1. ***Изчислителни задачи:*** Изчисляване на m(g), N(eq/L) и % съдържание при заместително титруване.
2. ***Принцип на йодометрията,*** условия, особености.
3. ***Практическа част***:
* приготвяне на разреден разтвор на Na2S2O3
* стандартизиране с титроустановител- K2Cr2O7
* ***индивидуална аналитична задача***: определяне на количеството CuSO4 в разтвор

**Упражнение № 5 –** ………………………………………………………………………….. 5 часа

Тема:КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЯ и СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ

1. **Комплексонометрия -** принцип на метода, условия, особености.
2. ***Практическа част***:
* приготвяне на стандартен разтвор на ЕДТА
* ***индивидуални аналитични задачи***: определяне на Cu2+ и Mg2+ в разтвори
1. ***Принцип на директната спектрофотометрия***
2. ***Практическа част:***
* ***индивидуална аналитична задача***: спектрофотометрично определяне на Cr6+ с дифенилкарбазид

**Упражнение № 6 –** ………………………………………………………………………….. 5 часа

Тема: ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ И СПЕКТРАЛНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ

1. ***Потенциометрично титруване на редуктори, киселини и основи***
2. ***Практическа част:***
* ***индивидуални аналитични задачи***:
* определяне количеството на Морова сол в разтвор
* Определяне количеството на H3PO4 в Кока кола
1. Инструменти за атомно-спектрален анализ (АА, ICP-OES, ICP-MS)
2. Заверка на семестъра

13.В. **Техническо осигуряване на обучението**

* Лаборатории, снабдени с оборудване и реактиви за провеждане на количествен титриметричен анализ, в това число: поточна система за дейонизирана вода;
* нагревателни уреди и водни бани; центрофуги; реактиви за количествен анализ с клас “химически чисти за анализ”;
* Тегловна лаборатория: 3 бр. аналитични везни (с точност до 10-4g) и 1 техн. везна;
* Препараторна лаборатория окомплектована с над 20 стандартизирани образци за индивидуални аналитични задачи за практическите занятия на студентите.
* Индивидуални комплекти лабораторна стъклария за количествен анализ;
* pH метър, Si Analytics, модел LAB 845, спектрофотометри ONDA UV-30 SCAN – 2 бр., компютри;
* Инструменти за спектрален анализ: FAAS PerkinElmer AAS 4000 Bodenseewerk, Germany; ETAAS PerkinElmer 5100 AAS 5100 Zeeman Norwalk, CT, USA- с пламъков и електротермичен атомизатор и автоматизирана система за пробовъвеждане AS-80; ICP-MS Agilent 7700 модел 2009 г. –с колизионна клетка; ICP-OES iCAP 6300 Thermo Scientific - емисионен спектрометър с двойно наблюдение на плазмата.
1. **Библиография (основни заглавия)**
	1. В. Кметов, Свитък лекционен курс разпечатка и електронна версия, 2019 г. (<https://students.uni-plovdiv.net/>)
	2. Г. Пеков, Аналитична химия. Химични методи за анализ, УИ Св. Климент Охридски", (ISBN: 9789540729602) 2010,
	3. Р. Борисова, Основи на химичния анализ, Водолей, 2009, ISBN: 9789549415435
	4. Г. Aндреев, Молекулна Спектроскопия, Университетско издателство „Паисий Хилендарски“ (ISBN: 978-954-423-657-1) 2010,
	5. Б. Карадаков, Н.Иванов, Аналитична химия с инструментални методи, Сиела (ISBN: 954-03-0399-0), 1998,
	6. David Harvey, Modern Analytical Chemistry, McGraw Hill (ISBN 0–07–116953–9) 2000
	7. D. A. Skoog, D. M. West, Fundamentals of Analytical Chemistry, Cengage Learning, Inc., (ISBN13: 9780495558286) 2013
	8. D. C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, 8-th edition , W.H Freeman and Company (ISBN: 0716761254), 2010
	9. Г. Кристиан , Аналитическая химия ( в 2 томах, перевод с английский), Москва, БИНОМ, Лаборатория знаний, (ISBN: 987-5-94774-389-0) 2012
	10. Р. Христова, Ст. Александров, Д. Цалев, Б. Желязкова, В. Михайлова, “Ръководство по количествен анализ”, Пето изд., Унив. изд. “Св. Кл. Охридски” (ISBN 954-07-1829-5) 2003
	11. Ю. Лурье, Справочник по аналитической химии, Москва, "Химия"(ISBN 5-7245-0000-0) 1989
2. **Планирани учебни дейности и методи на преподаване**
* Всяка тема от програмата се поднася като мултимедийна презентация, което позволява студентите да получават нагледна представа за разглеждания теоретичен материал. Лекциите са придружени с практически курс упражнения, провеждан в специално обзаведени за целта учебни лаборатории. По време на лабораторните упражнения студентите усвояват нужните за успешната им реализация практически умения за извършване на анализ под методическото ръководство на асистентите по аналитична химия.
* Упражненията по Аналитична химия са задължителни. Занятията включват:
* решаване на изчислителни задачи
* експериментална част - индивидуални аналитични задачи
* изготвяне на протокол, съдържащ описание на проведения експеримент и резултата, получен при изпълнение на индивидуалната задача.
* Упражнението е изпълнено, ако полученият резултат от анализа е верен, в рамките на пределно допустимите отклонения за съответния метод.
* Всички учебни материали (лекционен курс в електронен формат; протоколи за упражнения; справочници с данни, необходими за решаване на изчислителните задачи, както и помощни материали за самостоятелно подготовка по дисциплината) са достъпни за студентите (след регистрация чрез оторизираща система Focus) на интернет страницата на ПУ на адрес: <http://students.uni-plovdiv.bg/>
1. **Методи и критерии на оценяване**

Обучаемите се поощряват също да изготвят и да представят презентационни материали, като за това им се записват „бонуси” – по 0,1, които се прибавят към крайната оценка.

 Упражненията по ИМХ са по 5 часа през седмица. Те са задължителни за посещение и включат демонстрационни анализи и обсъждане на методите със студентите. При необходимост студентите доработват извънаудиторно получените данни и търсят консултация с лектора на курса и асистентите, водещи упражненията.

Дисциплината приключва с финален тест с активни и пасивни въпроси, включващ всички теми от учебната програма и решаване на една изчислителна задача.

Крайната текуща оценка по дисциплината се формира от оценката на теста и получените бонуси от текущия контрол по време на семестъра. Студентите имат право да се информират за резултатите от писмените си работи и да се запознаят с мотивите за поставената оценка.

***Всички писмени работи (от текущ контрол и изпитни тестове) се съхраняват в рамките на 1 година от датата на провеждане на семестриалния изпит***.

1. **Език на преподаване**

Български

1. **Стажове/практика**

 Няма

1. **Изготвил описанието**

Доц. д-р Веселин Кметов.......................