**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ «ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ»**

**Учебен курс**

**Факултет**

Химически

**Катедра**

Аналитична химия и компютърна химия

**Професионално направление (на курса)**

4.2 Химически науки

**Специалност**

Биология и химия (редовно обучение)

**ОПИСАНИЕ**

1. **Наименование на курса**

Аналитична химия

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

Задължителен

1. **Равнище на курса (ОКС)**

Бакалавър

1. **Година на обучение**

втора

1. **Семестър**

ІІI

1. **Брой ECTS кредити**

9

1. **Име на лектора**

доц. д-р Виолета Стефанова

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 електрохимични и спектрофотометрични инструментални методи за анализ
* 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 титриметрични 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: 135 ч.**   * Лекции (45 часа), * Лабораторни упражнения (90 часа) | **Извънаудиторно: 135 ч**   * Самостоятелна подготовка * Консултации |

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

Задължително изискване е студентите да са изучавали курсовете по: Обща и неорганична химия І и ІІ част

Студентите трябва:

* Студентите трябва да имат познания по обща и неорганична химия: строеж на атома, 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;.
* 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**

Съвременни хроматографски методи, Приложна колоидна химия

1. **Съдържание на курса**

**13 А. Общо описание (анотация)**

В лекционния курс са разгледани четири типа равновесия в разтвор за киселинно-основни, комплексообразувателни, окислително–редукционни и утаечни реакции. Придобитите знания ще позволят на обучаемите да оказват контролирано въздействие върху степента и посоката на химичните взаимодействия, използвани в класическите методи за качествен и количествен химичен анализ. Изучават се принципите, възможностите и ограниченията на класическите методи на титриметричен анализ (протонометрия, комплексометрия и редоксиметрия). В курса се изучават някои утвърдени инструментални аналитични методи като потенциометрия (рН-метрия) и спектрофотометрия в ултравиолетовата и видимата област, като се представя и комбинацията на класически титриметричен анализ с инструментално отчитане на еквивалентния пункт (спектрофотометрично и понетциометрично титруване). Застъпени са и основите на методи за разделяне, концентриране и маскиране в химичния анализ като екстракция и хроматография.

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.

Получените знания са необходимата основа за усвояване на материала по Инструментални методи в химията

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

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

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

Тема: Увод в аналитичната химия - предмет, задачи и средства. Аналитичен процес. Класификация на аналитичните методи. Качествен и количествен анализ. Начини за изразяване на концентрацията в разтвори и смеси. Пределно допустими концентрации на токсични компоненти в биологични обекти.

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

Тема: Метрологични основи на аналитичната химия. Подбор, съхранение и подготовка на проби за анализ. Мерки за осигуряване на представителност и хомогенност на пробата. Подходи за консервиране. Представяне на аналитични резултати. Средна стойност и и неопределеност на резултата от измерване. Точност и прецизност. Сравняване на резултати от измерване.

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

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

**Лекция № 4-** …………………………….………........………........……….......….................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.

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

Тема: Комплексообразувтелни процеси. Стабилност на комплексните съединения - стабилитетни константи. Влияние на странични реакции върху стабилността на комплекси α –коефициенти на странични реакции, условна стабилитетна константа. Хелатни комплекси с биологично значение.

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

Тема: Окислително-редукционни процеси. Електрод и електрохимични клетки. Сила на окислители и редуктори. Стандартни редокс потенциали. Уравнение на Нернст. Концентрационни галванични клетки..

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

Тема: Окислително-редукционни процеси. Влияние на странични взаимодействия върху електродния потенциал. Редокс процеси в живите организми. Мембранен потенциал - биологично значение

***1-ви Колоквиум върху изучавания материал.***

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

Тема: Хетерогенни равновесия. Количествено характеризиране на условията за разтваряне и утаяване - произведение на разтворимост. Влияние на странични вещества върху разтворимостта на утайките. Условно произведение на разтворимост.

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

Тема: Класически количествен анализ. Обемен анализ – титриметрия. Принцип и основни понятия. Изисквания към химическата реакция. Стандартни разтвори. Криви на титруване. Еквивалентна и крайна точка. Видове индикатори, избор на индикатор. Класификация на методите за обемен анализ.

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

Тема: Киселинно-основно титруване (протонометрия). Стандартни разтвори. Киселинно-основни индикатори. Титрувални криви – особености при силни и слаби протолити. Титруване на аминокиселини. Предимства, недостатъци.

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

Тема: Комплексометрично титруване. Стандартни разтвори. Изисквания към реакцията. Условия за стабилност на комплексите. Криви на титруване. Металохромни индикатори. Предимства, ограничения и аналитично приложение на комплексометрията.

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

Тема: Редоксиметрия - характеристика и класификация. Изисквания към реакциите. Стандартни разтвори и титрувални криви. Перманганометрия и йодометрия. Предимства, ограничения и аналитично приложение на редоскиметрията.

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

Тема: Инструментални електрохимични методи. Общи понятия. Потенциометрия. Индикаторни и сравнителни електроди. Директна потенциометрия и потенциометрично титруване. pН-метрия.

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

Тема: 2. Взаимодействие на електромагнитното лъчение с веществото. Спектрофотометрия - общи принципи. Качествен и количествен спектофотометричен анализ закон на Буге –Ламберт Беер. Директна спектрофотометрия и спектрофотометрично титруване

***2-ри Колоквиум върху изучавания материал.***

**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 - …………………………………………………………………….90 часа**

**Упражнение № 1*–*** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: Качествен анализ

1. ***Инструктаж за правилата на работа и мерките за безопасност в лабораторията по аналитична химия.***
2. ***Принцип на качествения анализ,*** класификация, прибори, пособия и техниказа провеждане на експеримента.
3. ***Първа група катиони*** - аналитични реакции и системен ход.
4. ***Практическа част***

* качествени реакции на катионите от I аналитична група
* ***индивидуална аналитична задача***: системен ход на катионите от I аналитична група.

**Упражнение № 2–** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: Качествен анализ

1. ***Изчислителни задачи:*** Начини за изразяване концентрацията на разтвори: масова част, процент, моларност, нормалност и титър.
2. ***Втора група катиони*** - аналитични реакции и системен ход.
3. ***Практическа част***

* качествени реакции на катионите от IІ аналитична група – първа и втора подгрупа

***индивидуална аналитична задача***:системен ход на ІІ аналитична група катиони – първа подгрупа

**Упражнение № 3 –** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: Качествен анализ

1. ***Изчислителни задачи***: Връзка между начините за изразяване на концентрацията. Преминаване от един начин за изразяване на концентрацията в друг.
2. ***Трета група катиони*** - аналитични реакции и системен ход.
3. ***Практическа част:***

* аналитични реакции на катионите от ІІІ аналитична група
* ***индивидуална аналитична задача***:системен ход на катионите от трета аналитична група

**Упражнение № 4 –** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: Качествен анализ

1. ***Изчислителни задачи***: Приготвяне на разтвори чрез разреждане с чист разтворител или смесване на разтвори.
2. ***Практическа част:***

* ***индивидуална аналитична задача***: системен ход на катионите от трета аналитична група – продължение

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

Тема:МЕТОДИ ЗА РАЗДЕЛЯНЕ И КОНЦЕНТРИРАНЕ В АНАЛИТИЧНАТА ХИМИЯ

1. ***Изчислителни задачи***: Киселинно-основни равновесия - изчисляване концентрацията на Н3О+ и рН на разтвори на силни киселини и основи
2. ***Методи за разделяне и концентриране в аналитичната химия.*** Утаечна хартиена хроматография; екстракционно разделяне – принцип на методите.
3. ***Практическа част:***

* доказване на As3+ , Sb3+ и Sn2+ чрез утаечна хартиена хроматография.
* екстракционно разделяне на Рb2+ от Ва2+ и Са2+ с дитизон

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

Тема: ТИТРИМТРИЯ -АЦИДИМЕТРИЯ

1. **Принцип на обемния титриметричен анализ и техника за провеждане на експеримента.**
2. ***Изчислителни задачи:*** Изчисления в обемния анализ Приготвяне и стандартизиране на разтвори при титриметричния анализ.
3. **Ацидиметрия - принцип на метода.**
4. **Практическа част**

* приготвяне на разреден разтвор на HСI за титруване
* стандартизиране с титроустановител - Na2CO3
* ***индивидуални аналитични задачи***:
* определяне масата на NaOН във воден р-р
* определяне % съдържание на Na2CO3

**Упражнение № 7 –** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: АЛКАЛИМЕТРИЯ

1. **Изчислителни задачи:** Изчисляване на количеството аналит, в зависимост от начина на директно титруване (единична проба, аликвотна част).Изчисляване съдържанието на полипротонни киселини при титруване.
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
* ***индивидуални аналитични задачи***
* определяне количеството на слаби киселини в проба оцет, вино или бира
* определяне количеството на H3PO4

**Упражнение № 8 –** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: АЛКАЛИМЕТРИЯ

1. **Изчислителни задачи:** Изчисляване съдържанието на аналита при остатъчно титруване
2. **Принцип на остатъчно титруване.**
3. **Анализ на алкалоземни карбонати**
4. **Практическа част:**

***индивидуална аналитична задача*:** определяне % съдържание на алкалоземен карбонат

**Упражнение № 9 –** ………………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: РЕДОКСИМЕТРИЯ (ПЕРМАНГАНОМЕТРИЯ)

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:**

* стандартизиране на р-ра на KMnO4 с титроустановител - H2С2O4.2H2O

***индивидуална аналитична задача***: определяне количеството на морова сол

**Упражнение № 10 –** ……………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: РЕДОКСИМЕТРИЯ (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:**

* стандартизиране на р-ра на Na2S2O3 с титроустановител- K2Cr2O7.

***индивидуална аналитична задача*:** определяне % съдържание на CuSO4. 5H2O в твърда проба.

**Упражнение № 11 –** ……………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЯ

1. **Изчислителни задачи:** Изчисляване на резултата при комплексонометричен анализ
2. **Комплексонометрия - принцип на метода, условия, особености.**
3. **Практическа част:**

* приготвяне на стандартен разтвор на ЕДТА

***индивидуални аналитични задачи:*** определяне на Cu2+ и Mg2+ в разтвори

**Упражнение № 12 –** ……………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ

1. **Изчислителни задачи:** Калибриране и изчисляване концентрацията на аналита при директна спектрофотометрия
2. **Принцип на директна спектрофотометрия**
3. **Практическа част:**

***индивидуална аналитична задача:*** спектрофотометрично определяне на Cr6+ с дифенилкарбазид

**Упражнение № 13 –** ……………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНО ТИТРУВАНЕ

1. **Изчислителни задачи: Определяне съдържанието на аналита при спектрофотометрично титруване.**
2. **Принцип, особености и приложение на спектрофотометрично титруване**
3. **Практическа част:**

***индивидуална аналитична задача:*** спектрофотометрично титруване на Cu2+ с ПАР

**Упражнение № 14 –** ……………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ

1. **Потенциометрично титруване на киселини и основи**
2. **Практическа част:**

***индивидуална аналитична задача:*** определяне количеството на NaOH във воден разтвор

**Упражнение № 15 –** ……………………………………………………………………….. 6 часа

Тема: ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ

1. **Потенциометрично титруване на редуктори**
2. **Практическа част:**

* ***индивидуална аналитична задача:*** определяне количеството на Морова сол в разтвор

1. **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;

1. **Библиография (основни заглавия)**
   1. В.Стефанова, 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.
* През 7-ма и14-та седмица на семестъра са планирани 2 колоквиума. Освен това студентите разработват и представят курсова работа. В нея са включени индивидуални изчислителни задачи от изучаваните методи за анализ. Резултатът от текущия контрол участва във формиране на крайната оценка по дисциплината.
* 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**

В рамките на учебната програма е включен колоквиум под формата на активен тест с логически и изчислителни задачи. Текущият контрол има за цел да провери степента на усвояване на преподавания учебен материал през семестъра.

Дисциплината приключва с финален активен тест (40 въпроса), включващ всички теми от учебната програма и решаване на една изчислителна задача.

*Студентите се освобождават от решаване на задачи на крайния тест, ако на проведените през семестъра колоквиуми са решили вярно задачите на двата колоквиума и на курсовата работа имат оценка много добър (>4,50).*

Крайната оценка по дисциплината се формира от 3 компонента: резултати от текущ контрол; резултати от самостоятелна курсова работа и резултати от крайния тестови изпит.

Оценката се изчислява по следната формула:

**10% от оценката на 1-ви колоквиум + 10% от оценката на 2-ри колоквиум + 10% от оценката на курсовата работа + 70% от оценката от семестриалния тест.**

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 Виолета Стефанова.......................