

Комитет общего и профессионального образования Ленинградской области
Государственное бюджетное учреждение дополнительного
образования «Ленинградский областной центр развития творчества одарённых детей
и юношества «Интеллект»

Программа согласована
Экспертным советом
ГБУ ДО Центр «Интеллект»

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ГБУ ДО
Центр «Интеллект»

Д. И. Рочев

Приказ № 94/1 от 11.04.2022 г.



Краткосрочная профильная образовательная программа
«Экспериментальная химия»
(направление: естественнонаучное)

Возраст обучающихся: 10-11 кл.

Срок реализации: 48 часов

Автор программы:
Свиридова Наталья Вадимовна,
методист ГБУ ДО Центр «Интеллект»

Санкт-Петербург
2022 г.

Направление

Естественнонаучное

Название программы

Действующая химия, 48 ч.

Автор программы

Свиридова Наталья Вадимовна, методист ГБУ ДО Центр «Интеллект»

Целевая аудитория

Для обучения по настоящей программе принимаются школьники 10,11-ых классов, проявляющие интерес к предмету, имеющие начальную подготовку по химии и желающие повысить уровень теоретических и практических знаний при выполнении химического эксперимента, в том числе, закончившие обучение по программе «Действующая химия».

Аннотация к программе

Программа знакомит школьников с работой в современной химической лаборатории, направлена на создание условий для образовательно-профессионального выбора учащихся. Программа позволяет увлечь учащихся химической наукой, способствует активизации познавательной деятельности учащихся, развитию способности применять теоретические знания на практике. Учащиеся приобретают навыки работы в современной химической лаборатории: знакомятся с техникой обращения с химическими реактивами, учатся пользоваться лабораторной посудой, общелабораторным и измерительным оборудованием в соответствии со строгим соблюдением правил работы в химической лаборатории, знакомятся с основными методами качественного и количественного анализа, инструментального электрохимического и спектрального анализа.

Программа позволяет закрепить полученные учащимися теоретические знания посредством химического эксперимента.

Цели и задачи программы

- Развитие теоретических и экспериментальных навыков в области неорганической и аналитической химии
- Развитие навыков решения расчётных задач, практического качественного и количественного анализа, которые будут полезны для подготовки к ОГЭ, ЕГЭ по химии и для участия в олимпиадах различного уровня
- Развитие навыков работы с химическими веществами, лабораторной посудой, общелабораторным и измерительным оборудованием, необходимых для успешного участия в проектной деятельности

В процессе освоения программы планируется, что каждый ее выпускник:

- повысит уровень готовности к решению расчётных задач повышенной сложности
- приобретёт навыки экспериментальной работы в химической лаборатории

- познакомится с основными методами научного познания, используемыми в химии: наблюдением, описанием, измерением
- научится обрабатывать, объяснять результаты проведённых опытов и делать выводы
- сможет применять методы познания при решении практических задач

Содержательная характеристика программы

В программе рассматриваются основные понятия, типы и примеры реакций, лежащих в основе качественного и количественного химического анализа. Особое внимание уделяется решению задач различных типов и уровней сложности, ознакомлению со способами выражения концентрации растворов, выполнению расчётов для приготовления растворов, объяснению и расчёту результатов анализа.

Основные теоретические аспекты программы:

1. Закон сохранения массы веществ. Расчёты по уравнениям химических реакций. Эквивалент. Закон эквивалентов.
2. Методы обнаружения и определения. Химические методы анализа. Понятие о характеристических свойствах веществ. Аналитический сигнал как регистрируемая величина проявления характеристических свойств определяемых веществ. Основные типы реакций, лежащих в основе химических методов анализа: кислотно-основное взаимодействие, окислительно-восстановительные реакции, реакции комплексообразования и образования малорастворимых соединений.
3. Титриметрические методы анализа. Титрование, титруемое вещество, титрант. Виды титриметрических определений (прямое и обратное титрование, титрование заместителя, обратное титрование), выбор способа титрования в зависимости от решаемой задачи. Расчёты результатов титрований. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Многообразие способов установления точки конца титрования. Индикаторы. Титрованные растворы и их приготовление. Первичные стандарты, основные требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты. Фиксаналы.
4. Титриметрия на основе реакций нейтрализации. Константы кислотности и основности. Приготовление титрованных растворов кислот и щелочей. Приготовление рабочих растворов и их стандартизация по первичным стандартам.
5. Комплексометрия. ЭДТА - этилендиаминтетрауксусная кислота (и ее динатриевая соль). Методы прямого и обратного титрований, основные случаи использования. Приготовление титрованных растворов трилона Б. Способы их стандартизации. Металлоиндикаторы.
6. Титриметрические методы на основе реакций окисления-восстановления. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Иодометрия. Приготовление рабочих растворов. Первичные стандарты. Окислительно-восстановительные обратимые и необратимые индикаторы, специфические индикаторы.
7. Электрохимические методы анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциометрическое титрование.
8. Спектральные методы анализа. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Фотометрия. Колориметрия.

Образовательные технологии

№	Форма организации образовательного процесса	Соотношение численности детей и преподавателей
1.	Семинары	Группа 12 человек, 1 преподаватель
2.	Тестирование	Индивидуально в аудитории вся группа одновременно – 1 преподаватель
4.	Тренинг решения задач повышенного уровня сложности	Индивидуально в аудитории вся группа одновременно – 1 преподаватель
7.	Лабораторная работа	Группа 12 человек, 1 преподаватель

Задания теоретического и практического характера, выполняемые в рамках программы

Примеры:

1. Задача: В реакцию вступили 114 г 25% -ного раствора хлорида магния и 80 г 20%-ного раствора гидроксида натрия.

Рассчитайте:

- массу образовавшегося осадка
- массу образовавшейся соли в растворе
- массовую долю соли в растворе
- массу реагента, оставшегося после реакции
- массовую долю реагента в растворе

2. Задача: Циклогексанон обработали концентрированной азотной кислотой при нагревании. Полученное органическое вещество ввели в реакцию с оксидом кальция. Продукт реакции прокалили. Чему равна молярная масса полученного органического вещества?

3. Задача: Вычислите массовые доли веществ в растворе после взаимодействия 20%-ного раствора гидроксида натрия массой 140 г и 10%-ной ортофосфорной кислоты массой 294 г.

4. Задача: Какой объём концентрированной серной кислоты (концентрация 93,6 %, плотность 1,83 г/см³) необходимо взять для приготовления 1 л раствора с молярной концентрацией 0,1 моль/л)?

5. Задание:

В семи пронумерованных пробирках находятся растворы следующих веществ: иодид калия, гидроксид аммония, нитрат свинца, нитрат серебра, карбонат натрия, сульфат натрия, хлорид бария.

Используя растворы только этих веществ, определите соединения в каждой пробирке.

Выполните предложенные реакции и укажите признаки их протекания.

6. Лабораторная работа:

«Иодометрическое определение содержания соли меди», окислительно-восстановительное титрование заместителя.

Учебно-тематический план занятий

№	Содержание	Методы	Ресурсы	Трудоемкость (кол-во часов)	Способ контроля	Оценка
	Тема. Краткая содержательная характеристика	Методы совместной деятельности педагога и учащихся	Необходимые ресурсы для организации деятельности	Трудоемкость для учащихся. Всего час.	Способ проверки качества освоения	Оценка в системе текущего контроля
1.	Решение расчётных задач	Семинар	Аудитория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем	6 часов	Контрольная работа	20
2.	Теоретические основы количественного анализа	Семинар	Аудитория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем	6 часов	Тест	10
3.	Качественные реакции на примере окислительно-восстановительных реакций и реакций ионного обмена	Семинар Лабораторная работа «Определение веществ из списка посредством реакций между ними»	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	8 часов	Протокол лабораторной работы	20
4.	Инструментальный количественный анализ на примере кислотно-основного титрования	Семинар Лабораторная работа «Потенциометрическое кислотно-основное титрование смеси веществ»	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	6 часов	Протокол лабораторной работы	20
5.	Построение кривой титрования в программе Microsoft Excel	Лабораторная работа «Потенциометрическое титрование» Семинар «Сравнение экспериментальной и расчётной кривых»	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	4 часа	Протокол лабораторной работы	20

		титрования кислоты щёлочью»				
6.	Количественный анализ на примере комплексонометрического титрования	Лабораторная работа «Определение содержания солей цинка и никеля»	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	4 часа	Протокол лабораторной работы	20
7.	Количественный анализ на примере окислительно-восстановительного титрования	Семинар Лабораторная работа «Иодометрическое титрование»	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	4 часов	Протокол лабораторной работы	20
8.	Количественный спектральный анализ	Семинар Лабораторная работа «Фотометрическое и колориметрическое определение содержания соли железа»	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	6 часов	Протокол лабораторной работы	20
9.	Анализ реального объекта методом Тонкослойной хроматографии	Лабораторная работа «Качественный анализ молока».	Лаборатория, раздаточные материалы, подготовленные преподавателем, описание лабораторной работы	4 часов	Протокол лабораторной работы	20

Список литературы

1. Н.Е. Кузьменко, В.В. Ерёмин, В.А. Попков, Начала химии. Москва, Лаборатория знаний 2016
2. В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздов, В.В. Лунин, Химия 9 класс, Москва, Дрофа, 2013
3. Ю.Н. Медведев, Химия, Типовые варианты экзаменационных заданий, Москва, Экзамен, 2020
4. Основы аналитической химии, под ред. Ю.А. Золотова. Т.1-2. Москва, 2010
5. Васильев В.П. Аналитическая химия. Т.1-2. Москва, Дрофа, Т.1. 2004, Т.2. 2005
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи по аналитической химии. Москва, Мир, 2001

Интернет-ресурсы:

<http://www.chemnet.ru> – ChemNet: Портал фундаментального химического образования России.

Химическая информационная сеть

<http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> Электронная библиотека учебных материалов по химии

<http://www.alhimik.ru>

<http://www.xumuk.ru>

<http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/> - портал олимпиад школьников по химии

<http://chemspb.3dn.ru/> - портал Санкт-Петербургской городской олимпиады школьников по химии

<http://abiturient.spbu.ru/index.php/russkij/olimpiada-shkolnikov/arkhiv-olimpiady-shkolnikov-spbgu> -

портал олимпиады школьников СПбГУ

<https://chemege.ru> Подготовка к ЕГЭ по химии и олимпиадам

Для проведения лабораторных работ требуются следующие материальные ресурсы:

1. Измерительное оборудование:

Иономер лабораторный И-160МИ

Спектрофотометр UV-1900 i

Набор для ТСХ

2. Общелабораторное оборудование:

Вытяжной шкаф, обеспечивающий возможность работы с концентрированными кислотами и щелочами

Дистиллятор

Электронные весы

Сушильный шкаф

Центрифуга

Плита нагревательная

Мешалка магнитная

- Примерный перечень реактивов, расходуемых на реализацию программы в группе обучающихся (12 человек):

№	Наименование	Квалификация	Количество	Ед. изм.
1	Серная кислота	ХЧ	0,5	л
2	Соляная кислота	ХЧ	0,5	л
3	Уксусная кислота	ХЧ	0,5	л
4	Фосфорная кислота	ХЧ	0,5	л
5	Гидроксид натрия	Ч	0,5	кг
6	Гидроксид калия	Ч	0,25	кг
7	Аммиак	Ч	0,5	л
8	Аммония хлорид	ХЧ	0,1	кг
9	Аммония сульфат	ХЧ	0,2	кг
10	Натрия дигидрофосфат, 2-водный	ХЧ	0,1	кг
11	Натрия гидрофосфат, 12-водный	ХЧ	0,1	кг
12	Натрия фосфат, 12-водный	ХЧ	0,1	кг
13	Натрия хлорид	Ч	0,2	кг
14	Натрия карбонат, 10-водный	Ч	0,4	кг
15	Натрия гидрокарбонат	ХЧ	0,4	кг
16	Натрия сульфат	ХЧ	0,05	кг
17	Натрия сульфит	ХЧ	0,05	кг

18	Натрия нитрит	ХЧ	0,05	кг
19	Натрия сульфид, 9-водный	Ч	0,05	кг
20	Натрия гексанитрокобальтат(III)	ХЧ	0,05	кг
21	Калия бромид	ХЧ	0,1	кг
22	Калия иодид	ХЧ	0,1	кг
23	Калия хлорид	ХЧ	0,1	кг
24	Калия нитрат	ХЧ	0,1	кг
25	Калия сульфат	ХЧ	0,2	кг
26	Калия гексацианоферрат (II)	ХЧ	0,05	кг
27	Калия гексацианоферрат (III)	ХЧ	0,02	кг
28	Алюминия сульфат, 7-водный	ХЧ	0,2	кг
29	Никеля нитрат	ХЧ	0,02	кг
30	Кобальта хлорид	ХЧ	0,02	кг
31	Олова (II) хлорид 2-водный	Ч	0,05	кг
32	Олова (IV) хлорид 5-водный	Ч	0,05	кг
33	Стронция хлорид	Ч	0,05	кг
34	Железа сульфат (III) 9-водный	Ч	0,05	кг
35	Хрома сульфат 6-водный	ХЧ	0,2	кг
36	Хрома хлорид	ХЧ	0,2	кг
37	Цинка сульфат, 7-водный	ХЧ	0,1	кг
38	Бария хлорид, 2-водный	ХЧ	0,1	кг
39	Меди сульфат, 5-водный	ХЧ	0,2	кг
40	Алюминий (гранулы)	-	0,05	кг
41	Цинк (гранулы)	-	0,05	кг
42	Калия перманганат	ХЧ	0,1	кг
43	Калия дихромат	ХЧ	0,1	кг
44	Кальция хлорид, безводный	Ч	0,5	кг
45	Водорода перекись	30%	0,5	л
46	Спирт этиловый	Ч	0,5	л
47	Кислота щавелевая	ХЧ	0,5	кг
48	Трилон Б (динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, 2-водная, ЭДТА)	ХЧ	0,5	кг
49	Метиловый оранжевый	ХЧ	0,002	кг
50	Крахмал	Ч	0,05	кг
51	Аммония железа(II) сульфат (соль Мора)	ХЧ	0,3	кг

- Перечень посуды и расходных материалов

1. Колбы мерные 25, 50, 100, 250, 1000, мл
2. Стаканы стеклянные 150, 500 мл
3. Стаканы термостойкие 200, 500, 1000 мл
4. Пипетки мерные 5, 10, 20 мл
5. Цилиндры мерные 10, 100, 500 мл
6. Колба коническая 100, 500, 1000 мл
7. Бюретка мерная 25 мл
8. Пробирка стеклянная 15 мл

9. Пробирка центрифужная 15 мл
10. Палочки стеклянные
11. Стёкла предметные
12. Воронки стеклянные
13. Пробки резиновые, диам. 10, 14, 29, 32 мм.
14. Фильтры беззольные «красная лента»
15. Фильтровальная бумага

Аудитория должна быть оснащена компьютером и доской, ноутбуками (12 шт.)

Для размножения в необходимом количестве требуемых раздаточных материалов требуются принтер и сканер (или МФУ).

Оценка реализации программы и образовательные результаты программы

Содержательный модуль	Оценка в баллах
Решение задач	0 – 20
Выполнение лабораторных работ	0 – 140
Подготовка презентации Итоговый зачет	0-10
<i>Итого</i>	170

По окончании программы выпускник получает

Сертификат, если набрал 140-170 баллов.

Требования к кадровому обеспечению

Программа реализуется методистами ГБУ ДО Центр «Интеллект». Подготовка и сопровождение лабораторных работ производится учебно-вспомогательным персоналом, имеющим высшее или среднее специальное химическое образование.

Электронные ресурсы программы

Дистанционные занятия проводятся на платформе Zoom.

Экспертные заключения и рекомендации по использованию программы в системе российского образования