**Лабораторное занятие №3.**

Тема 1.3. **«Реакции свободнорадикального замещения. Реакции окисления. Реакции электрофильного присоединения и замещения. Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах. Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах».**

Цель занятия: Сформировать и закрепить знания о различных механизмах химических реакций. Уметь использовать полученные знания для понимания реакций, протекающих в организме. Выработать умение прогнозировать реакционную способность органических соединений в механизмах тех или иных химических реакций (спиртов, альдегидов, карбоновых кислот, эфиров, углеводородов, кетонов, оксикислот)

Исходный уровень: Из школьного курса знать понятие строение молекул спиртов, альдегидов, карбоновых кислот, кетонов, эфиров, углеводородов. Основные химические свойства перечисленных органических соединений, понятие радикала, химизм разрыва связей.

Основные понятия темы:

Типы органических реакций. Субстрат, реагент, реакционный центр. Типы реагентов - электрофильные, нуклеофильные. Реакции AE. Особенности реакций к сопряженным системам. Статический и динамический факторы. Правило Марковникова (современная формулировка). Механизм реакции электрофильного замещения (SE): галогенировании, алкилирование. Особенности SЕ в ароматических гетероциклических соединениях Влияние заместителей в ароматическом ядре и гетероатомов в гетероциклических соединениях на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Реакции элиминирования (Е). Биологическая роль реакций нуклеофильного элиминирования.

Вопросы к занятию:

1. SR. Галогенирование. Взаимодействие с кислородом.

2. Биологическая роль реакций алкилирования.

3. Влияние электронных и пространственных факторов на реакционную способность соединений в реакциях SN. Роль кислотного катализа.

4. Реакции гидролиза галогенопроизводных.

5. Реакции алкилирования спиртов, фенолов, тиолов, сульфидов, аммиака и аминов. Роль кислотного катализа в Nu-замещение гидрокси-группы.

Хронокарта занятия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время, мин. |
| 1. | Организационный момент. Вводная беседа.  Объявление темы, плана и цели занятия. Выяснение неясных вопросов | Вводная беседа. | 5 |
| 2. | Собеседование. | Устный опрос. | 10 |
| 3 | Контроль усвоения темы | Контроль на выходе | 10 |
| 4. | Выполнение лабораторных работ |  | 50 |
| 5. | Заключительная часть занятия:  обобщение, выводы по теме,  подведение итогов занятия, задание к следующему занятию. Проверка лабораторных тетрадей. |  | 15 |

**Лабораторная работа № 1 Бромирование алканов**

В две пробирки внесите по 3мл гексана (бутана), и по пять капель раствора брома в CCl4, перемешайте. Одну из пробирок оберните плотной черной бумагой и обе поставьте под источник УФ света. Через 5 мин сравните пробирки.

В пробирке, обернутой черной бумагой раствор брома в CCl4 практически не изменил интенсивность окраски, во второй пробирке наблюдаем обесцвечивание раствора.

Напишите схему и механизм реакции бромирования гексана (бутана).

Результаты:

Выводы:

**Лабораторная работа № 2 Окисление фенола**

Внесите в пробирку 10 капель водного раствора фенола, добавьте 5-6 капель водного раствора карбоната натрия и 10-12 капель водного раствора перманганата калия.

KMnO4 разлагается:

2KMnO4 → K2O + 2MnO2 + 3O

Напишите уравнение реакции окисления фенола.

Результаты:

Выводы:

**Лабораторная работа № 3 Образование триброманилина**

В пробирку внесите 1 каплю анилина, и 5-6 капель воды, хорошо взболтайте и прибавьте несколько капель бромной воды до появления осадка 2, 4, 6-триброманилина. Отметьте структуру и цвет осадка. Напишите уравнение протекающей реакции.

Результаты:

Выводы:

**Лабораторная работа № 4 Получение диэтилового эфира**

В сухую пробирку внесите 10 капель этанола и 5 капель концентрированной H2SO4. Смесь осторожно нагрейте. Образование диэтилового эфира определяется по его характерному запаху. Напишите уравнение протекающей реакции.

Результаты:

Выводы:

**Лабораторная работа № 5 Реакция дисмутации формальдегида в водном растворе**

Внесите в пробирку 2-3 капли формалина. Добавьте 1 каплю индикатора метилового красного, запишите окрашивание. На что указывает окраска индикатора (отметьте в лабораторном журнале реакцию среды). Напишите схему и опишите механизм реакции дисмутации формальдегида.

*Альдегиды в водных растворах очень легко окисляются до кислот. При этом одна молекула альдегида, окисляясь, восстанавливает другую до соответствующего спирта (окислительное восстановление или дисмутация). Поэтому водные растворы формальдегида всегда имеют слабокислую (кислую) реакцию*.

Результаты:

Выводы:

**Лабораторная работа № 6 Окисление альдегидов гидроксидом меди (реактив Фелинга)**

В три пробирки внесите по 8 капель раствора гидроксила калия, по 8 капель воды и по 2 капли раствора сульфата меди. К выпавшим осадкам прилейте по 3 капли: в 1-ую пробирку раствор формальдегида; во 2-ую пробирку ацетальдегида; в 3-ю пробирку бензальдегида. Пробирки встряхните и нагрейте в пламени спиртовки. Нагрейте только верхнюю часть, чтобы нижняя осталась для контроля. Отметьте наблюдаемые изменения. Напишите уравнение протекающей реакции.

Результаты:

Выводы:

**Лабораторная работа № 7 Получение этилацетата**

Внесите в сухую пробирку порошок безводного ацетата натрия (высотой 2 мм) и 5 капель этанола. Добавьте (осторожно!) 3 капли концентрированной серной кислоты и осторожно нагрейте. Чувствуется запах свежих фруктов (груша или яблоко), что указывает на образование этилацетата. Напишите схему и опишите механизм соответствующей реакции.

После выполнения лабораторных работ в лабораторных журналах оформляется теоретическая часть и защищается. Занятие считается зачтенным при условии выполнения студентами всех видов работы, составляющих содержание данного занятия.

Результаты:

Выводы:

Обязательная самостотельная внеаудиторная работа в тетради:

1. Выполнить в тетради для самостоятельных работ

**Упражнения**

1.Напишите схемы и опишите механизм реакции SN:

а. взаимодействия 3-метилбутантиола-2 с HCl;

б. этантиола с HBr;

2. Напишите уравнение реакции образования S-аденозилметионина. Обозначьте субстрат и реагент.

3. Напишите уравнение реакции биосинтеза холина из коламина с участием S-аденозилметионина. Обозначьте субстрат и реагент.

4. Напишите схему и опишите механизм реакции образования полумеркапталя и меркапталя пропанона-2 и метантиола.

5. Напишите схему и опишите механизм реакции этерификации этановой кислоты и этанола. Напишите схему и опишите механизм реакции кислотного гидролиза полученного продукта.

6. Напишите схему и опишите механизм реакции образования оксима бутанона-2. Напишите схему и опишите механизм реакции гидролиза полученного продукта.

7. Напишите схему и опишите механизм реакции получения амида масляной кислоты. Напишите схему реакции и опишите механизм реакции гидролиза полученного продукта.

8. Напишите схему и опишите механизм реакции альдольной конденсации этаналя.

9. Напишите схему и опишите механизм реакции образования гидразона пропанона-2. Напишите схему и опишите механизм реакции гидролиза полученного продукта.

10. Опишите механизм реакции образования циклического полуацеталя 4-гидроксибутаналя.

11. Напишите схему и опишите механизм реакции образования полуацеталя и ацеталя этаналя и этанола.

12. Напишите схему реакции образования ацетил КоА (реакция ферментативного расщепления замещённого ацетилфосфата   
коферментом А).

13.Напишите схему и опишите механизм реакции элиминирования (Е):

а. дегидрогалогенирования 2,3-диметил-2-хлорбутана;

б. дегидрогалогенирования 2-метил-3-хлорбутана;

в. дегидратации 3-этилпентанола-3;

г. дегидратации бутанола-2;

д. дегидратации 3-метилбуанола-2.

1. Некоторые примеры вариантов заданий для контроля на выходе:

**Билет № 1**

1. Напишите схему и опишите механизм реакции гидролиза ацеталя этаналя и этанола.

2. Напишите схему и опишите механизм реакции этерификации этановой кислоты и этанола. Напишите схему и опишите механизм реакции кислотного гидролиза полученного продукта.

**Билет №2**

1. Опишите механизм реакции образования циклического полуацеталя 5-гидроксипентаналя.

2. Напишите схему и опишите механизм реакции образования оксима бутанона-2. Напишите схему и опишите механизм реакции гидролиза полученного продукта.

**Билет №3**

1. Напишите схему и опишите механизм реакции кислотного гидролиза меркапталя пропанона-2 и метантиола.

2. Напишите схему реакции образования ацетил КоА (реакция ферментативного расщепления замещённого ацетилфосфата коферментом А).

Некоторые варианты входного контроля:

**Билет №1**

1. Напишите схему и опишите механизм реакции гидратации этилена.

**Билет №2**

1. Напишите схему и опишите механизм реакции галогенирования бензола.

**Билет №3**

1. Напишите схему и опишите механизм реакции галогенирования 2-метилпропана
2. Ответить на следующие тестовые задания:

1. ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ – ЭТО:

1. процесс, сопровождающийся изменением распределения электронов внешних оболочек атомов реагирующих веществ;
2. способность вещества вступать в химическую реакцию и реагировать с большей или меньшей скоростью;
3. стремление органических соединений к образованию новых более стабильных систем;
4. движущая сила химической реакции;
5. нет верного ответа

2. ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ – ЭТО:

1. нейтральные частицы, имеющие электронную пару на внешнем электронном уровне;
2. нейтральные частицы с неполностью заполненным электронным уровнем;
3. свободные атомы или парамагнитные частицы;
4. нейтральные частицы, имеющие не поделенную электронную пару на внешнем электронном уровне или частицы несущие целочисленный отрицательный заряд;
5. нейтральные частицы с не полностью заполненным электронным уровнем или частицы, несущие целочисленный положительный заряд.

3. НУКЛЕОФИЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ – ЭТО:

1. нейтральные частицы, имеющие электронную пару на внешнем электронном уровне;
2. нейтральные частицы с неполностью заполненным электронным уровнем;
3. свободные атомы или парамагнитные частицы;
4. нейтральные частицы, имеющие не поделенную электронную пару на внешнем электронном уровне или частицы несущие целочисленный отрицательный заряд;
5. нейтральные частицы с не полностью заполненным электронным уровнем или частицы, несущие целочисленный положительный заряд.

4. РЕАКЦИИ РАДИКАЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ:

1. **SR**
2. SE
3. SN
4. AE
5. AN

5. РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ:

1. SR
2. **SE**
3. SN
4. AE
5. AN

6. РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ:

1. SR
2. E
3. **SN**
4. AE
5. AN

7. РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ:

1. SR
2. SE
3. E
4. **AE**
5. AN

8. РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ:

1. E
2. SE
3. SN
4. AE
5. **AN**

9. РЕАКЦИИ ЭЛИМИНИРОВАНИЯ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ:

1. SR
2. SE
3. SN
4. **E**
5. AN

10. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРОПАНА С БРОМОМ ОБРАЗУЕТСЯ:

1. 2-бромпропан, бромоводород
2. 1-бромпропан, бромоводород
3. 1,2-дибромпропан
4. 1,3-дибромпропан
5. 1,2,3-трибромпропан

11. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРОПЕНА С БРОМОВОДОРОДОМ ОБРАЗУЕТСЯ:

* 1. 2-бромпропан
  2. 1-бромпропан
  3. 3-бромпропан
  4. 1,3-дибромпропан
  5. 1,2-дибромпропан

12. В РЕАКЦИИ **CH3COOH + C2H5OH  CH3COOC2H5 +H2O**

ЭТАНОЛ ЯВЛЯЕТСЯ:

1. нуклеофильным реагентом
2. электрофильным реагентом
3. радикальным реагентом
4. субстратом
5. кислотой

13. В РЕАКЦИИ

**C2H5OH + HBr  C2H5Br + H2O**

СУБСТРАТОМ ЯВЛЯЕТСЯ:

1. C2H5OH
2. H+
3. Br –
4. C2H5Br
5. H2O

14. УКАЖИТЕ, КАКАЯ РЕАКЦИЯ ПРОТЕКАЕТ ПО МЕХАНИЗМУ SN :

1. C2H5OHC2H4 + H2O
2. C2H4 + HBr C2H5Br
3. C2H5OH+HBr C2H5Br +H2O
4. C6H6 +Br2 C6H5Br + HBr
5. C2H4 + H2O C2H5OH

15. УКАЖИТЕ, КАКАЯ РЕАКЦИЯ ПРОТЕКАЕТ ПО МЕХАНИЗМУ Е:

1. C2H5OHC2H4 + H2O
2. 2 C2H5OH(C2H5)2O + H2O
3. C2H5OH+HBr C2H5Br +H2O
4. C2H4 + H2O C2H5OH
5. C6H6 +Br2 C6H5Br + HBr

Основная учебная литература:

1. Ершов, Ю. А.  Биохимия человека : учебник для академического бакалавриата / Ю. А. Ершов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 374 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02577-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https://urait.ru/bcode/444080](https://urait.ru/bcode/444080" \t "_blank)

2. Конспект лекции.

Дополнительная литература:

1. Тюкавкина, Н. А.Биоорганическая химия: [Текст]: учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 416 с. 2. Тюкавкина, Н. А.: [Текст]: руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии / под ред. Н. А. Тюкавкиной. - М.: Медицина, 1985, 285 с.

3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия: [Текст]: учебник / Н.А.Тюкавкина, Ю.И.Бауков. – 6-е изд., исп.- М.: Дрофа, 2007. - 542 с.