



Кемеровская государственная медицинская академия

**Н. Г. Демидова, Л. И. Маренкова,
С. Л. Тупицкая, Н. Ю. Шишлянникова**

Руководство

к лабораторно-практическим занятиям по биоорганической химии

**Кемерово
КемГМА
2008**

ГОУ ВПО Кемеровская государственная медицинская академия
Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию

Н. Г. Демидова, Л. И. Маренкова,
С. Л. Тупицкая, Н. Ю. Шишлянникова

Руководство

к лабораторно-практическим занятиям

по биоорганической химии

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов России
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальностям
060101 – Лечебное дело, 060103 – Педиатрия,
060104 – Медико-профилактическое дело

Кемерово
КемГМА
2008

УДК 577.1 (075.8)

Демидова, Н. Г., Маренкова, Л. И., Тупицкая, С. Л., Шишлянникова, Н. Ю.
Руководство к лабораторно-практическим занятиям по биоорганической химии / под ред. Н. Г. Демидовой. – Кемерово: КемГМА, 2008. – 71 с.

Руководство включает вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по 18 темам курса «Биоорганическая химия». В соответствии с Примерной программой для студентов медицинских вузов в руководстве повышены требования к экспериментальной работе студентов. В пособии дано описание порядка 60 опытов, содержание многих отражает методы, используемые в медицинских исследованиях. Руководство также включает вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по 18 темам курса «Биоорганическая химия», тесты для самоконтроля уровня знаний и вопросы для подготовки к двум контрольным работам. Руководство предназначено для аудиторной и внеаудиторной работы студентов первого курса медицинских вузов.

Рецензенты:

Некрасова М. Ф. – д. м. н., проф., зав. кафедрой общей и биоорганической химии Новосибирского медицинского университета;

Юсубов М. С. – д. х. н., проф., зав. кафедрой химии Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск).

© Кемеровская государственная медицинская академия, 2008.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	6
Знания и умения, приобретаемые при изучении курса биоорганической химии	6
Основные правила безопасной работы в химической лаборатории	8
Оказание первой помощи	9
Занятие 1. Классификация, номенклатура и пространственное строение органических соединений	9
Занятие 2. Сопряжение. Электронные эффекты	12
Занятие 3. Реакции электрофильного присоединения и электрофильного замещения	14
Занятие 4. Кислотные и основные свойства органических соединений	17
Занятие 5. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода	20
Занятие 6. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах. Реакции окисления и восстановления органических соединений	24
Занятие 7. Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах	28
Занятие 8. Омыляемые липиды	32
Занятие 9. Контрольная работа (коллоквиум) № 1	37
Занятие 10. Биологически активные гетероциклические соединения	39
Занятие 11. Гетерофункциональные органические соединения – метаболиты и биорегуляторы. Оптическая изомерия	43
Занятие 12. Углеводы. Моносахариды	48

Занятие 13. Углеводы. Ди- и полисахариды	51
Занятие 14. α-Аминокислоты. Пептиды и белки	54
Занятие 15. Нуклеиновые кислоты	59
Занятие 16. Контрольная работа (коллоквиум) № 2	61
Занятие 17. Физико-химия растворов высокомолекулярных соединений (ВМС)	63
Занятие 18. Неомыляемые липиды	66
ЛИТЕРАТУРА	70
ОТВЕТЫ К ТЕСТАМ	71

ПРЕДИСЛОВИЕ

Биоорганическая химия играет важную роль в развитии современных областей медицины и является обязательной частью естественно-научного образования врача.

Данное руководство составлено в соответствии с Примерной программой Министерства образования Российской Федерации по дисциплине «Химия: общая и биоорганическая. Биоорганическая химия». Сокращение часов, отводимых в этой программе на лекционный курс, повышает требования к лабораторно-практическим занятиям и организации подготовки к ним.

Цель издания – методическая помощь студентам при самостоятельной подготовке к практическим занятиям, выполнении лабораторных работ.

Данное руководство содержит весь материал, необходимый студентам для полной ориентации в объёме курса: вопросы и задания для подготовки к занятиям, описание лабораторных опытов, вопросы к контрольным работам, тесты для самоконтроля и основные правила по технике безопасности при работе с органическими веществами.

Тесты для проверки знаний по каждой теме, задания и вопросы к лабораторным опытам позволят студентам проверить степень усвоения изучаемого материала.

Содержание многих экспериментальных заданий отражает методы, используемые в медицинских исследованиях.

Авторы выражают благодарность рецензентам за ценные замечания.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Тюкавкина, Н. А., Бауков, Ю. И. Биоорганическая химия. – 3-е изд. – М.: Дрофа, 2004. – 544 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии / под ред. Тюкавкиной Н. А. – М.: Медицина, 1985. – 256 с.

Дополнительная литература

1. Слесарев, В. И. Химия: Основы химии живого. – СПб.: Химиздат, 2000. – 768 с.
2. Овчинников, Ю. А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987. – 815 с.
3. Райлс, А., Смит, К., Уорд, Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). – М: Мир, 1983. – 352 с.

Знания и умения, приобретаемые при изучении курса биоорганической химии

Студент должен знать:

1. Принципы классификации, номенклатуры и изомерии органических соединений.
2. Фундаментальные основы теоретической органической химии, являющиеся базисом для изучения строения и реакционной способности органических соединений.
3. Пространственное и электронное строение органических молекул и химические превращения веществ, являющихся участниками процессов жизнедеятельности, в непосредственной связи с их биологической функцией.
4. Строение и химические свойства основных классов биологически важных органических соединений.

Студент должен уметь:

1. Классифицировать органические соединения по строению углеродного скелета и по природе функциональных групп.
2. Составлять формулы по названиям и называть по структурной формуле типичных представителей биологически важных веществ и лекарственных средств.
3. Выделять функциональные группы, кислотный и основной центры, сопряженные и ароматические фрагменты в молекулах для определения химического поведения органических соединений.
4. Прогнозировать направление и результат химических превращений органических соединений.

Оказание первой помощи

1) Перевязочные средства (вата, бинт, лейкопластырь), растворы и необходимые медикаменты всегда находятся в аптечке в лаборантской.

2) При порезах стеклом необходимо вынуть осколки из раны, смазать края раны спиртовым раствором йода и наложить повязку. При небольшом ранении после обработки раствором йода ранку можно закрыть небольшим кусочком бактерицидного лейкопластыря.

3) При термических ожогах кожу нужно смазать спиртом или 5-процентным раствором таннина в 40-процентном спирте (этиловом). Лучше наложить небольшой компресс из ваты или марли, смоченной этим раствором.

4) При попадании на кожу кислот и щелочей необходимо немедленно промыть пораженное место водой, а затем обработать 1-процентным раствором гидрокарбоната натрия (при попадании кислот) или 2-процентным раствором борной кислоты (для нейтрализации щелочи).

5) При ожогах кожи бромом следует быстро смыть его спиртом и смазать пораженное место мазью от ожогов.

6) При ожогах горячими органическими жидкостями необходимо промыть обожженное место спиртом.

7) При ожогах жидким фенолом следует растирать побелевший участок кожи глицерином до тех пор, пока не восстановится нормальный цвет кожи. Затем промыть пораженный участок водой и наложить компресс из ваты, смоченной глицерином. Если не принять указанных мер, то могут образоваться долго не заживающие раны.

Занятие 1

Тема: Классификация, номенклатура и пространственное строение органических соединений

Цель занятия: изучить классификационные признаки, основные положения стереохимии органических соединений и правила заместительной номенклатуры ИЮПАК.

Вопросы для подготовки к занятию:

1) Классификационные признаки органических соединений: строение углеродного скелета и природа функциональной группы.

2) Основные правила систематической номенклатуры ИЮПАК для органических соединений; заместительная и радикально-функциональная номенклатура.

3) Теория строения органических соединений А. М. Бутлерова. Изомерия как специфическое явление органической химии.

4) Пространственное строение органических молекул. Конфигурация и конформация – важнейшие понятия стереохимии.

5) Конформации открытых цепей. Проекционные формулы Ньюмена. Энергетическая характеристика конформационных состояний.

9. Гидроксигруппа в молекуле этанола проявляет электронный эффект:

- а) +M б) –M в) –I г) +I

10. Гидроксигруппа в молекуле бензойной кислоты является:

- а) электроноакцептором б) электронодонором
в) электрононейтральной г) электронодонором и электроноакцептором

Занятие 3

Тема: Реакции электрофильного присоединения и электрофильного замещения

Цель занятия: изучить реакционную способность двойных углерод-углеродных связей в открытых системах и ароматических соединениях как основу для понимания аналогичных реакций в организме.

Вопросы для подготовки к занятию:

- 1) Реакции электрофильного присоединения с участием π -связи (механизм реакции гидрогалогенирования и гидратации). Правило В. В. Марковникова.
- 2) Особенности электрофильного присоединения к сопряженным системам.
- 3) Реакции электрофильного замещения с участием ароматической системы (механизм реакций галогенирования и алкилирования).
- 4) Влияние и ориентирующее действие заместителей в реакциях электрофильного замещения.

Решить обучающие задачи:

Руководство по биоорганической химии под ред. Н. А. Тюкавкиной: № 1 [с. 61]; № 2 [с. 64]; № 1 [с. 69].

Выполнить упражнения:

Руководство по биоорганической химии под ред. Н. А. Тюкавкиной: № 1.1, 1.2 [с. 64]; № 2.2 [с. 66]; № 1.1 [с. 70].

Лабораторная работа

При ожогах фенолом следует растереть побелевший участок кожи глицерином до восстановления нормального цвета, затем промыть пораженный участок водой и наложить компресс из ваты или марли, смоченной глицерином.

Задание 1. Получить этилен и изучить его свойства.

В пробирку поместите 0,5 мл этанола, добавьте 8–10 капель концентрированной серной кислоты и внесите с помощью стеклянной палочки немного оксида алюминия Al_2O_3 в качестве катализатора. Приготовьте ещё две пробирки, в одну прилейте розовый раствор перманганата калия, в другую – бромную воду, по 1 мл.

5. Более сильным электролитом является кислота:
а) уксусная $pK_a = 4,75$ б) аскорбиновая $pK_a = 4,1$
в) лимонная $pK_a = 3,1$ г) щавелевая $pK_a = 1,2$
6. Наиболее выраженные основные свойства проявляет:
а) метиламин б) диметиламин в) триметиламин г) анилин
7. Более сильные кислотные свойства проявляет:
а) этанол б) этиламин в) этантиол г) этановая кислота
8. В кислотно-основное взаимодействие с NaOH вступает:
а) фенол б) толуол в) метанол г) анилин
9. В кислотно-основное взаимодействие с HCl вступает:
а) бензол б) фенол в) этантиол г) этиламин
10. Водородные связи не образуются между молекулами:
а) этанола б) метанола
в) этановой кислоты г) диэтилового эфира

Занятие 5

Тема: Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода

Цель занятия: изучить реакционную способность спиртов, простых эфиров, тиолов, аминов и галогенпроизводных углеводов во взаимосвязи с их строением.

Вопросы для подготовки к занятию:

- 1) Гетеролитические реакции, обусловленные поляризацией σ -связи углерод – гетероатом (галогенпроизводные, спирты).
- 2) Влияние электронных, пространственных факторов и стабильности уходящих групп на реакционную способность соединений в реакциях нуклеофильного замещения.
- 3) Реакции гидролиза галогенпроизводных.
- 4) Реакции алкилирования спиртов, тиолов, сульфидов, аммиака и аминов. Биологическая роль реакций алкилирования.
- 5) Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, дегидратация). Повышенная CH -кислотность как причина реакций элиминирования.
- 6) Важнейшие представители: диэтиловый эфир, бутилвиниловый эфир, тимол, хлорэтан, йодоформ, фторотан, трихлорэтилен, тетрафторэтилен, ДДТ, гексахлоран, 2-нафтиламин, бензидин.

4. К реакции нуклеофильного присоединения относится схема процесса:
а) $\text{CH}_3\text{CHO} + [\text{O}] \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$;
б) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$;
в) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
г) $n \text{CH}_2\text{O} \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{O})_n$.
5. В результате присоединения к альдегидам спиртов образуются:
а) гидраты б) тиоацетали в) ацетали г) имины
6. Присоединение аминов к альдегидам и кетонам приводит к образованию:
а) аминов б) полуацеталей в) гидратов г) иминов
7. Реакцией альдольного присоединения является схема процесса:
а) $2 \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CHO}$;
б) $\text{HCOH} + [\text{O}] \rightarrow \text{HCOOH}$;
в) $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$;
г) $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$.
8. С помощью реагентов $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ или $\text{CuSO}_4(\text{NaOH})$ можно отличить друг от друга соединения в парах:
а) этаналь и пропаналь б) бутаналь и бутанон
в) этиленгликоль и бутен-1 г) этанол и фенол
9. В результате реакции окисления альдегидов образуются:
а) спирты б) кетоны в) карбоновые кислоты г) простые эфиры
10. Продукты восстановления альдегидов:
а) кетоны б) вторичные спирты в) первичные спирты г) ацетали

Занятие 7

Тема: Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах

Цель занятия: изучить закономерности и особенности химического поведения карбоновых кислот и их функциональных производных, являющихся участниками ряда биохимических процессов.

Вопросы для подготовки к занятию:

- 1) Строение карбоксильной группы, определяющее её взаимодействие с нуклеофильными реагентами и кислотно-основные свойства.
- 2) Реакции нуклеофильного замещения карбоновых кислот и их функциональных производных (ангидридов, сложных эфиров, сложных тиоэфиров, амидов).
- 3) Сравнительная активность ацилирующих реагентов.

5. К реакциям нуклеофильного замещения относится схема процесса:
а) $\text{CH}_3\text{CHO} + [\text{O}] \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$;
б) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$;
в) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{HOH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
г) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.
6. В результате реакции взаимодействия карбоновых кислот со спиртами образуются:
а) простые эфиры б) сложные эфиры
в) амиды г) ангидриды кислот
7. Продуктами реакции взаимодействия карбоновых кислот с аминами являются:
а) имины б) амиды
в) ангидриды г) тиоэфиры
8. Продуктами гидролиза ангидридов являются:
а) спирты и карбоновые кислоты б) карбоновые кислоты и амины
в) карбоновые кислоты г) спирты
9. Ацилфосфаты – это производные:
а) карбоновых кислот и H_3PO_4 б) спиртов и H_3PO_4
в) альдегидов и H_3PO_4 г) амидов и H_3PO_4
10. Мочевина является полным амидом:
а) уксусной кислоты б) угольной кислоты
в) щавелевой кислоты г) янтарной кислоты

Занятие 8

Тема: Омыляемые липиды

Цель занятия: изучить строение и химические свойства триацилглицеринов, фосфолипидов и их структурных компонентов.

Вопросы для подготовки к занятию:

- 1) Природные жирные высшие кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.
- 2) Нейтральные липиды (жиры) как смесь триацилглицеринов.
- 3) Воски: понятие о структурных компонентах и биологической роли.
- 4) Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилколмины и фосфатидилсерины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран.

4) Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.

5) Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах.

6) Омыляемые липиды: воски, жиры, фосфолипиды (кефалины и лецитины). Их биологическая роль.

Образец задания к контрольной работе № 1 по биоорганической химии

- 1) Сопряжение как фактор повышения стабильности молекул.
- 2) π, π -сопряжение и π, σ -сопряжение. Примеры.
- 3) Сравните кислотные свойства уксусной, хлоруксусной и масляной кислот. Объясните.
- 4) Напишите уравнения реакций, опишите механизм, назовите продукты:
 - а) бромирования циклопропана и циклогексана;
 - б) альдольной конденсации пропаналя;
 - в) получения ангидрида янтарной кислоты;
 - г) щелочного гидролиза жира тристеарина, укажите его консистенцию.

Занятие 10

Тема: Биологически активные гетероциклические соединения

Цель занятия: изучить строение и особенности химического поведения биологически важных гетероциклических соединений.

Вопросы для подготовки к занятию:

- 1) Гетероциклы с одним гетероатомом – пиррол, индол, пиридин, хинолин.
- 2) Понятие о строении тетрапиррольных соединений (порфин, гем).
- 3) Биологически важные производные пиридина – никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты.
- 4) Гетероциклы с несколькими гетероатомами – пиразол, имидазол, тиазол, пиримидин, пуридин. Таутомерия на примере имидазола.
- 5) Пиразолон-3 – структурная основа ненаркотических анальгетиков (анальгин).
- 6) Биологически важные производные пиримидина – урацил, тимин, цитозин, барбитуровая кислота и её производные. Лактим-лактаминная таутомерия.
- 7) Производные пурина – аденин, гуанин, гипоксантин, ксантин, мочевая кислота.
- 8) Биотин. Тиамин. Понятие о строении и биологической роли.
- 9) Алкалоиды. Метилированные ксантины (теобромин, теофиллин, кофеин). Представление о строении никотина, морфина, хинина, атропина.

Лабораторная работа

Задание 1. Доказать наличие диольного фрагмента в глюкозе.

В пробирку отберите 0,5 мл 0,5-процентного раствора глюкозы, добавьте 10 капель 10-процентного раствора гидроксида натрия и 3–4 капли сульфата меди (II). Выпавший вначале осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется. Получающийся прозрачный раствор имеет интенсивную синюю окраску. Сохраните его для следующего опыта.

Вопросы и задания:

- 1) Какой процесс обуславливает растворение голубого осадка гидроксида меди (II)? (Напишите уравнение этого процесса.)
- 2) Почему глюкоза, глицерин и винная кислота проявляют общность в реакции взаимодействия с гидроксидом меди (II)?
- 3) Объясните, будет ли получаться аналогичный результат в этой реакции с другими моносахаридами.

Задание 2. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой.

Эта реакция называется **пробой Троммера** и используется для открытия глюкозы в моче.

К полученному в задании 1 раствору добавьте несколько капель воды, перемешайте и разделите раствор по двум пробиркам. Одну из них нагрейте над пламенем спиртовки до начала кипения, но не кипятите. Окраска раствора меняется на желто-красную (сравните с пробиркой, которую не нагревали).

Вопросы и задания:

- 1) Напишите уравнение реакции восстановления гидроксида меди (II) глюкозой при нагревании.
- 2) Какая функциональная группа глюкозы обуславливает её восстановительные свойства?
- 3) Объясните причину изменения окраски раствора при нагревании.

Задание 3. Восстановление гидроксида диамминсеребра глюкозой и фруктозой.

В 2 пробирки поместите по 2 капли 5-процентного раствора нитрата серебра, по 4 капли 10-процентного гидроксида натрия и по 5–6 капель раствора аммиака до растворения образовавшегося осадка гидроксида серебра. Полученный раствор называется **реактивом Толленса** (см. занятие 6, задание 4).

В первую пробирку добавьте несколько капель 0,5-процентного раствора глюкозы, во вторую 0,5-процентного раствора фруктозы. Слегка нагрейте пробирки до начала побурения раствора. Через несколько минут на стенках пробирок осаждается серебро в виде зеркального налета (если пробирки не были достаточно чистыми, то серебро выпадает в виде черного осадка).

7. Продуктами неполного кислотного гидролиза крахмала является:
- а) целлобиоза б) мальтоза
 - в) лактоза г) галактоза
8. Организм не может усваивать:
- а) крахмал б) глюкозу
 - в) лактозу г) целлюлозу
9. Вторичная структура амилозы имеет строение:
- а) спиралевидное б) линейное
 - в) складчатое г) сетчатое
10. Гетерополисахариды хондроитинсульфаты входят в состав:
- а) печени б) клеточной стенки бактерий
 - в) хрящей и сухожилий г) стекловидного тела глаза

Занятие 14

Тема: α -Аминокислоты. Пептиды и белки

Цель занятия: изучить строение и свойства важнейших α -аминокислот и химические основы структурной организации белковых молекул для дальнейшего изучения биологических функций белков на молекулярном уровне.

Вопросы подготовки к занятию:

- 1) Аминокислоты, входящие в состав белков: строение, номенклатура, классификация.
- 2) Стереои́зомерия α -аминокислот. D- и L-стереохимические ряды.
- 3) Кислотно-основные свойства α -аминокислот, биполярная структура. Изoeлектрическая точка.
- 4) Биосинтетические пути образования α -аминокислот из кетокислот: реакции восстановительного аминирования и реакции трансаминирования. Пиридоксальный катализ.
- 5) Химические свойства α -аминокислот как гетерофункциональных соединений:
 - образование внутрикомплексных солей;
 - реакции этерификации,
 - реакции ацилирования,
 - реакции алкилирования,
 - образование иминов.
- 6) Биологически важные реакции α -аминокислот:
 - дезаминирование (неокислительное и окислительное),
 - гидроксילирование,
 - декарбоксилирование как путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов.

8. Связь $-\text{CO}-\text{NH}-$ называется:
а) сложноэфирной б) пептидной в) тиоэфирной г) имидной
9. Изоэлектрическая точка пептида Ala-Lys-Ser находится в области:
а) $\text{pH} < 7$ б) $\text{pH} > 7$ в) $\text{pH} = 7$ г) $\text{pH} = 0$
10. Третичная структура белка:
а) глобула б) спираль в) пептидная цепь г) складчатая

Занятие 15

Тема: Нуклеиновые кислоты

Цель занятия: изучить строение нуклеотидов как химическую основу для усвоения различных уровней структурной организации макромолекул нуклеиновых кислот и действия нуклеотидных коферментов.

Вопросы для подготовки к занятию:

- 1) Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания. Лактим-лактаминная таутомерия.
- 2) Комплементарность нуклеиновых оснований.
- 3) Нуклеозиды, строение. Гидролиз нуклеозидов.
- 4) Строение моонуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты.
- 5) Гидролиз нуклеотидов.
- 6) Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.
- 7) Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры.
- 8) Изменение структуры нуклеиновых кислот под действием химических веществ. Мутагенное действие азотистой кислоты.
- 9) Нуклеозидмоно- и полифосфаты: АМФ, АДФ, АТФ.
- 10) Никотинамиднуклеотидные коферменты. Строение НАД^+ и его фосфата НАДФ^+ . Система $\text{НАД}^+ - \text{НАДН}$.

Решить обучающие задачи:

Руководство по биоорганической химии под ред. Н. А. Тюкавкиной: № 1 [с. 223]; № 2 [с. 225]; № 3 [с. 227]; № 4 [с. 230]; № 5 [с. 232].

Выполнить упражнения:

Руководство по биоорганической химии под ред. Н. А. Тюкавкиной: № 1.4 [с. 225]; № 2.1 [с. 227]; № 3.4 [с. 229]; № 5.1 [с. 234].

Вопросы и задания:

- 1) Вычислите степень набухания (α).
- 2) Начертите график зависимости степени набухания желатина от pH раствора.
- 3) Объясните наблюдаемую зависимость и определите изоэлектрическую точку (pI) желатина.

Задание 2. Изучить влияние солей на застудневание желатина.

- 1) В шесть пронумерованных пробирок налейте по 2 мл нагретого примерно до 50°C 3–5-процентного раствора желатина.
- 2) В каждую из этих пробирок прибавьте по 2 мл одномолярных растворов солей (KCl, CH₃COOK, KCNS, K₂SO₄).
- 3) Отметьте начальное время или постарайтесь добавить растворы солей одновременно.
- 4) Внимательно наблюдайте за растворами, стараясь не пропустить начало застудневания.
- 5) Запишите время застудневания раствора в каждой пробирке в виде таблицы.

Вопросы и задания:

- 1) Сделайте вывод о влиянии природы анионов на скорость студнеобразования. Сравните с лиотропным рядом.

Тест для проверки знаний по теме

1. К биополимерам не относятся:
 - а) белки б) жиры в) полисахариды г) нуклеиновые кислоты
2. Белки лучше растворяются и набухают в:
 - а) спирте б) ацетоне в) воде г) подсолнечном масле
3. В постоянном электрическом поле при pH = pI макромолекула белка:
 - а) перемещается к аноду б) перемещается к катоду
 - в) не перемещается
4. В условиях электрофореза в буферной системе с pH = 7,2 альбумин сыворотки крови (pI = 4,6):
 - а) не перемещается б) перемещается к аноду
 - в) перемещается к катоду