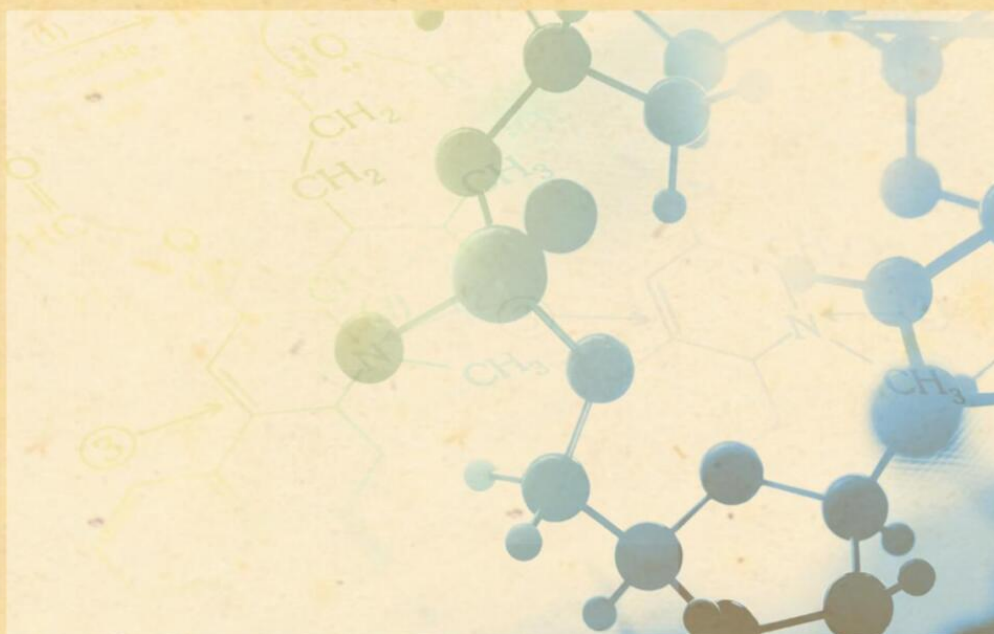


**Лобаева Татьяна Александровна**

**Жданов Дмитрий Дмитриевич**

# **Сборник задач и упражнений по биохимии**

**для студентов медицинских  
специальностей**



**Москва, 2023**

Татьяна Лобаева

**Сборник задач и упражнений  
по биохимии для студентов  
медицинских специальностей**

«Автор»

2023

**Лобаева Т. А.**

Сборник задач и упражнений по биохимии для студентов  
медицинских специальностей / Т. А. Лобаева — «Автор», 2023

ISBN 978-5-532-91818-4

В сборнике собраны тематические задания различного уровня сложности по 12 темам биохимии, включая ситуационные, расчетные, практико-ориентированные, клинические, фармакологические и другие типы задач и упражнений. Пособие соответствует требованиям ФГОС высшего профессионального образования по направлениям подготовки 31.05.01 Лечебное дело (специалитет), 33.05.01. Фармация (специалитет), 31.05.03 Стоматология (специалитет), 34.03.01 Сестринское дело (бакалавриат) и может быть использовано при проведении аудиторных занятий по биохимии, самостоятельной работы студентов, а также для аттестации студентов данных специальностей в медицинских вузах. Рецензенты: Радыш Иван Васильевич - д.м.н., проф., зав. кафедрой управления сестринской деятельностью МИ РУДНСмирнова Ксения Валерьевна - к.б.н., зав. лабораторией вирусного канцерогенеза НИИ канцерогенеза ФГБУ "НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина" Минздрава России, доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова

ISBN 978-5-532-91818-4

© Лобаева Т. А., 2023

© Автор, 2023

## Содержание

Предисловие к изданию	6
Коллектив авторов	7
Требования к освоению дисциплины «Биохимия»	8
Список сокращений	10
Раздел 1. Введение в биохимию	12
Раздел 2. Аминокислоты и простые белки	21
Раздел 3. Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты. Матричные биосинтезы	39
Раздел 4. Сложные белки	52
Конец ознакомительного фрагмента.	61

# **Татьяна Лобаева, Дмитрий Жданов**

## **Сборник задач и упражнений по биохимии для студентов медицинских специальностей**

Утверждено Методическим советом по специальностям и направлениям медицинского института РУДН

### **Рецензенты:**

Радыш Иван Васильевич – д.м.н., проф., зав. кафедрой управления сестринской деятельностью МИ РУДН

Смирнова Ксения Валерьевна – к.б.н., зав. лабораторией вирусного канцерогенеза НИИ канцерогенеза ФГБУ "НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина" Минздрава России, доцент кафедры биохимии и молекулярной биологии РНИМУ им. Н. И. Пирогова

## Предисловие к изданию

*В настоящее время науки о жизни (англ. life sciences) включены в список приоритетных направлений развития науки и технологий до 2030 года. Одним из важнейших направлений life sciences является биохимия.*

*Биохимия – это фундаментальная наука, которая изучает состав, структуру и свойства химических соединений, формирующих биосистемы, а также их взаимодействие и взаимопревращение в процессе метаболизма. Это важнейшее естественно-научное направление, которое формирует мировоззрение современных биологов и медиков. Изучение биохимии базируется на важнейших представлениях о химии, биологии, физике.*

*Представленная авторами книга, является продолжением серии учебно-методических пособий и учебников по биохимии, которые активно используются в учебно-методическом комплексе (УМК) при изучении данной дисциплины студентами-медиками в МИ РУДН.*

*Пособие «Сборник задач и упражнений по биохимии для студентов медицинских специальностей» составлено сотрудниками кафедры биохимии им. академика Берёзова Т. Т. Российского университета дружбы народов на основе многолетнего педагогического опыта в соответствии с ФГОС и рассчитано для использования в учебном процессе ВУЗа по направлениям подготовки 31.05.01 Лечебное дело (специалитет), 33.05.01. Фармация (специалитет), 31.05.03 Стоматология (специалитет), 34.03.01 Сестринское дело (бакалавриат).*

*Сборник включает разноплановый комплект учебно-методических материалов, составленных в удобном формате рабочей тетради по 12 темам биохимии:*

- Введение в биохимию
- Аминокислоты и простые белки
- Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты. Матричные биосинтезы.
- Сложные белки
- Ферменты
- Липиды
- Витамины и коферменты
- Гормоны
- Основы метаболизма. Биоэнергетика. Химия и обмен углеводов.
- Обмен липидов
- Обмен аминокислот и простых белков
- Обмен сложных белков

*Темы заданий и задач соответствуют полному курсу изучения биохимии для специальности «Сестринское дело» и полугодовому курсу изучения биохимии в осеннем семестре для специальностей «Лечебное дело», «Фармация», «Стоматология».*

*Пособие адресовано студентам, аспирантам, стажерам и преподавателям для использования в учебном процессе при проведении аудиторных занятий, организации самостоятельной работы студентов, а также для аттестации по биохимии.*

## **Коллектив авторов**

**Лобаева Татьяна Александровна** – кандидат биологических наук, доцент по специальности «биохимия», доцент кафедры биохимии им. акад. Берёзова Т. Т. МИ РУДН, директор направления 06.06.01 Биологические науки (подготовка кадров высшей квалификации) в РУДН.

Автор свыше 75 учебно-методических и научных работ по педагогике, биологии, химии, медицине.

**Жданов Дмитрий Дмитриевич** – доктор биологических наук, заведующий лабораторией медицинской биотехнологии ИБМХ им. В. Н. Ореховича, доцент по специальности «биохимия», доцент кафедры биохимии им. акад. Берёзова Т. Т. МИ РУДН.

Автор свыше 100 научных и учебно-методических работ по молекулярной биологии, биохимии и педагогике.

## Требования к освоению дисциплины «Биохимия»



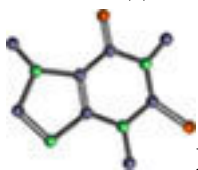
**В результате изучения дисциплины студенты должны знать:**

- правила техники безопасности и работы в биохимических лабораториях с реактивами, приборами, животными;
- физико-химическую сущность процессов, происходящих в живом организме на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях;
- строение и химические свойства основных классов биологически важных органических соединений;
- основные метаболические пути превращения углеводов, липидов, аминокислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, роль клеточных мембран и их транспортных систем в обмене веществ;
- строение и функции наиболее важных химических соединений (нуклеиновых кислот, природных белков, водорастворимых и жирорастворимых витаминов, гормонов и др.);
- физико-химические методы анализа в медицине (титриметрический, хроматографический, спектрофотометрический, фотоэлектроколориметрический);
- роль биогенных элементов и их соединений в живых организмах;
- основы химии гемоглобина, его участие в газообмене и поддержании кислотно-основного состояния;
- теоретические основы информатики в медицинских и биологических системах, использование информационных компьютерных систем.



**В результате изучения дисциплины студенты должны уметь:**

- пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет и учебным порталом для профессиональной деятельности;
- пользоваться физическим, химическим и биологическим оборудованием;
- производить расчёты по результатам эксперимента, проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных;
- классифицировать химические соединения, основываясь на их структурных формулах;
- прогнозировать направление и результат физико-химических процессов и химических превращений биологически важных веществ;
- отличать в сыворотке крови нормальные значения уровней метаболитов (глюкозы, мочевины, билирубина, мочевой кислоты, молочной и пировиноградной кислот и др.) от патологически изменённых, читать протеинограмму и объяснять причины различий; трактовать данные энзимодиагностических исследований сыворотки крови.



**В результате изучения дисциплины студенты должны владеть:**

- химической и биохимической терминологией;



- базовыми технологиями поиска и преобразования информации, в том числе с использованием учебных образовательных ресурсов;
- пониманием ограничения в достоверности и специфику наиболее часто встречающихся лабораторных тестов

## Список сокращений

АДФ – аденозиндифосфат  
АлАТ – аланинаминотрансфераза  
АМК – аминокислота  
АМФ – аденозинмонофосфат  
цАМФ – циклический АМФ  
АПБ – ацилпереносящий белок  
АсАТ – аспартатаминотрансфераза  
АТФ – аденозинтрифосфат  
АТФаза – аденозинтрифосфатаза  
ГАМК – гамма-аминомасляная кислота  
ГАФ – глицеральдегид-3-фосфат  
ГДФ – гуанозиндифосфат  
ГМФ – гуанозинмонофосфат  
ГМГ-КоА —  $\beta$ -гидрокси- $\beta$ -метил-глутарил-КоА  
цГМФ – циклический ГМФ  
ГТФ – гуанозинтрифосфат  
ДАГ – диацилглицеролы  
ДАФ – диоксиацетонфосфат  
ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота  
ДНКаза – дезоксирибонуклеаза  
ДНФГ- 2,4-динитрофенилгидразин  
ДОФА – диоксифенилаланин  
ИМФ – инозинмонофосфат  
кат – катал  
КоА – кофермент (коэнзим) А  
КоQ – кофермент (коэнзим) Q  
КФ – классификация ферментов  
КФК – креатинфосфокиназа  
ЛДГ – лактатдегидрогеназа  
ЛП – липопroteины  
ЛПВП – липопroteины высокой плотности  
ЛПНП – липопroteины низкой плотности  
ЛПОНП – липопroteины очень низкой плотности  
МАГ – моноацилглицеролы  
МАО – моноаминооксидаза  
МДА – малоновый диальдегид  
НАД<sup>+</sup> – никотинамидадениндинуклеотид окисленный  
НАДН(Н<sup>+</sup>) – никотинамидадениндинуклеотид восстановленный  
НАДФ<sup>+</sup> – никотинамидадениндинуклеотидфосфат окисленный  
НАДФН(Н<sup>+</sup>) – никотинамидадениндинуклеотидфосфат восстановленный  
ПВК – пировиноградная кислота  
ПФ – пиридоксальфосфат  
РНК – рибонуклеиновая кислота  
т-РНК – транспортная РНК  
РНКаза – рибонуклеаза

СДГ – сукцинатдегидрогеназа  
ТАГ – триацилглицеролы  
ТГФК – тетрагидрофолиевая кислота  
ТДФ – тимидиндифосфат  
ТМФ – тимидинмонофосфат  
ТПФ – тиаминпирофосфат  
ТТФ – тимидинтрифосфат  
ТХУ – трихлоруксусная кислота  
УДФ – уридиндифосфат  
УМФ – уридинмонофосфат  
УТФ – уридинтрифосфат  
ФАД – флавинадениндинуклеотид окисленный  
ФАДН<sub>2</sub> – флавинадениндинуклеотид восстановленный  
ФЕП – фосфоенолпируват  
ФМН – флавинаденинмононуклеотид  
Фн – неорганический фосфат  
ФФн – неорганический пирофосфат  
ФРПФ – 5-фосфорибозил-1-пирофосфат  
ФФК – фосфофруктокиназа  
ФЭК – фотоэлектроколориметр  
ХЭ – холинэстераза  
ЦДФ – цитидиндифосфат  
ЦМФ – цитидинмонофосфат  
ЦТК – цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)  
ЦТФ – цитидинтрифосфат  
ЩУК – щавелевоуксусная кислота  
ЭПС – эндоплазматическая сеть  
D – оптическая плотность  
Доп – оптическая плотность опытного образца  
D<sub>ст</sub> – оптическая плотность стандартного образца  
D<sub>к</sub> – оптическая плотность контрольного образца  
D<sub>х</sub> – оптическая плотность исследуемого образца  
K<sub>м</sub> – константа Михаэлиса  
V<sub>max</sub> – максимальная скорость реакции  
SAM – S-аденозилметионин

## Раздел 1. Введение в биохимию



### ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ В ДАННОЙ ТЕМЕ?

- Функциональные группы: карбоксильная, альдегидная, кетогруппа, аминогруппа, сульфгидрильная, гидроксильная,
  - амидная, гуанидиновая, фосфатный остаток (фосфаты), сульфатный остаток (сульфаты)
- Радикалы: метил-, этил-, пропил-, изопропил-, бутил-, бензил-, фенил
- Гетероциклы в структуре органических соединений: пиридин, пиримидин, пиррол, тиазол, имидазол, индол, пурин, птерин, изоаллоксазин
  - Типы ковалентных химических связей: простая эфирная, сложноэфирная, дисульфидная, амидная (пептидная), гликозидная, 3,5-фосфодиэфирная
  - Типы слабых химических взаимодействий и связей *in vivo*: водородная, ионная, гидрофобная
- Основные типы химических реакций *in vivo*: фосфорилирование, сульфирование, метилирование, гидроксилирование, гидролиз, гидратация, карбоксилирование, декарбоксилирование, ОВР (редокс-процессы), ацилирование
  - Органические кислоты: дикарбоновые (с примерами), тракарбоновые (с примерами), кетокислоты, гидроксикислоты
    - Аминоспирты: этаноламин, холин, сфингозин
    - Многоатомные спирты: глицерин
    - Кетоны: ацетон
    - Альдегиды: уксусный альдегид
    - Сложные эфиры: ацилглицеролы, ацетилхолин
    - Простые эфиры: дисахариды, полисахариды
    - Биополимеры: белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты



### ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

#### ЗАДАНИЕ 1

Дайте определения нижеследующим важнейшим понятиям из общей и биоорганической химии, приведите соответствующие примеры, заполнив таблицу:

<b>Термин</b>	<b>Что означает данный термин ?</b>	<b>Пример</b>
<i>Макроэлементы</i>		
<i>Микроэлементы</i>		
<i>Ультрамикроэлементы</i>		
<i>Элементы-органогены</i>		
<i>Электроотрицательность</i>		
<i>Ковалентные химические связи</i>		
<i>Ионные химические связи</i>		
<i>Водородные химические связи</i>		
<i>Кислота</i>		
<i>Кислотные свойства</i>		
<i>Основание</i>		
<i>Основные свойства</i>		
<i>Амфотерность</i>		
<i>Окислитель</i>		
<i>Восстановитель</i>		
<i>Окислительно-восстановительные свойства</i>		
<i>Электролиты</i>		
<i>Неэлектролиты</i>		

<i>pKa</i>		
<i>pKb</i>		
<i>pH</i>		
<i>Функциональные группы</i>		
<i>Радикалы</i>		
<i>Гетероатом</i>		
<i>Гетероцикл</i>		
<i>Ненасыщенный (непредельный)</i>		
<i>Насыщенный (предельный)</i>		
<i>Полярность (гидрофильность)</i>		
<i>Неполярность (гидрофобность)</i>		
<i>Амфифильность</i>		
<i>Изомеры</i>		
<i>Стереоизомеры</i>		

## ЗАДАНИЕ 2

Перечислите все известные вам кислородсодержащие функциональные группы в структуре органических соединений:

---

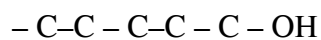


---



---

Допишите структурную формулу первичного насыщенного спирта с общим числом атомов углерода, равным 5. Назовите его по систематической номенклатуре.



Предположите физические, химические и биологические свойства этого соединения:

---

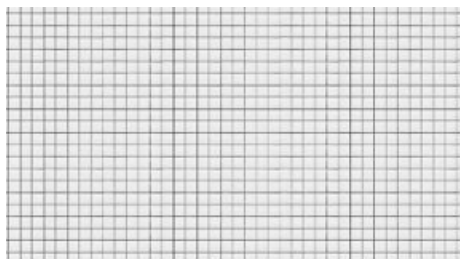


---

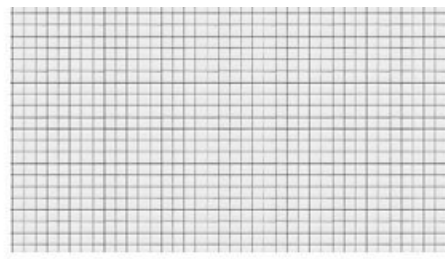


---

**Составьте 1–2 формулы спиртов из предложенного списка и обведите в этих формулах спиртовой гидроксил:** глицерол, ретинол, токоферол, холестерол, пиридоксин, андростендиол, эстрадиол, кальцитриол.

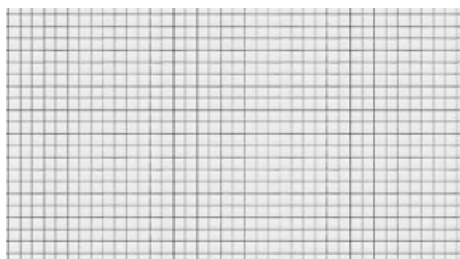


Название соединения:

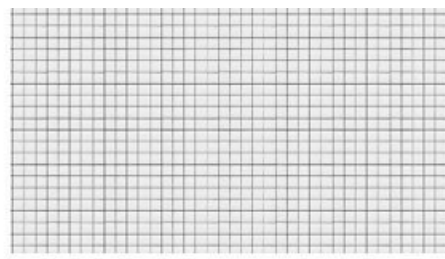


Название соединения:

**Составьте 1–2 формулы альдегидов из предложенного списка и обведите в этих формулах альдегидную группу:** ретиналь, пиридоксальфосфат,

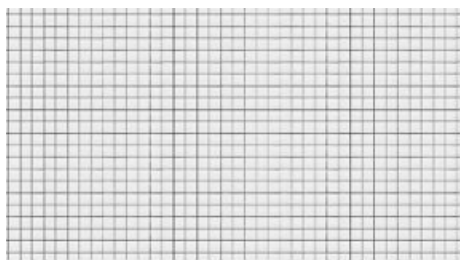


Название соединения:

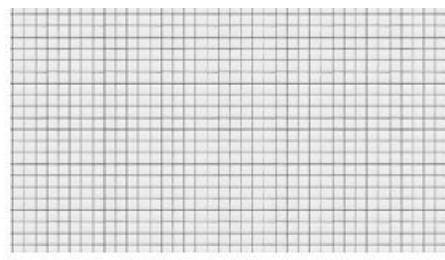


Название соединения:

**Составьте 1–2 формулы кетонов из предложенного списка и обведите в этих формулах кетогруппы:** ацетон, ацетоацетат, филлохинон, тестостерон, альдостерон, прогестерон.

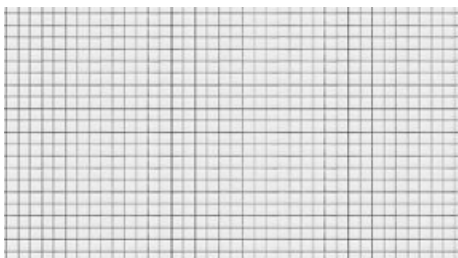


Название соединения:

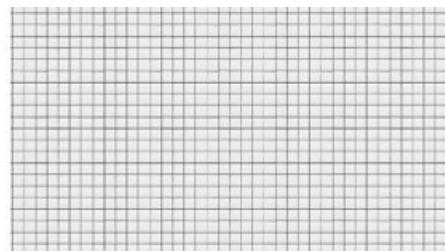


Название соединения:

**Составьте 1–2 формулы органических кислот из предложенного списка и обведите в этих формулах карбоксильные группы:** яблочная кислота, янтарная кислота, фумаровая кислота, стеариновая кислота, олеиновая кислота, никотиновая кислота, пантотеновая кислота.



Название соединения:

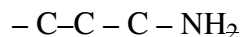


Название соединения:

### ЗАДАНИЕ 3

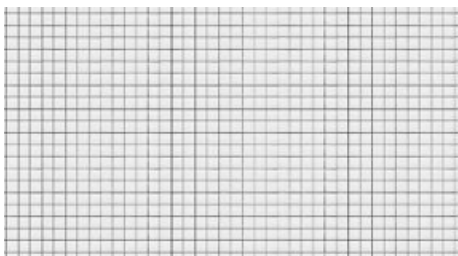
Перечислите все известные вам азотсодержащие функциональные группы в структуре органических соединений.

Допишите структурную формулу первичного амина с общим числом атомов углерода, равным 3. Назовите его по систематической номенклатуре.

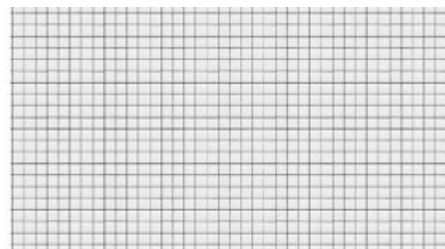


Предположите физические, химические и биологические свойства этого соединения:

**Составьте 1–2 формулы аминов из предложенного списка и обведите в этих формулах аминогруппы:** этаноламин, холин, ацетилхолин, норадреналин, адреналин, пиридоксаминфосфат, гистамин, серотонин.



Название соединения:



Название соединения:

### ЗАДАНИЕ 4

Перечислите все известные вам серосодержащие функциональные группы в структуре органических соединений.

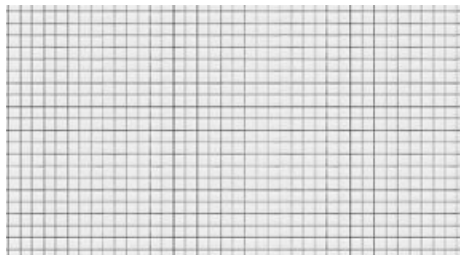
Допишите структурную формулу органического соединения с одной сульфгидрильной группой с общим числом атомов углерода, равным 2. Назовите его по систематической номенклатуре.



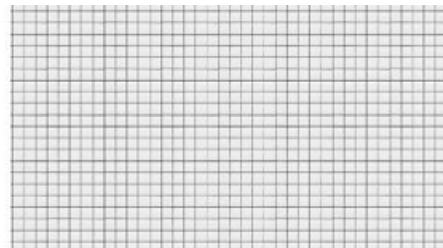
Предположите физические, химические и биологические свойства этого соединения:



**Составьте 1–2 формулы соединений с SH-группой из предложенного списка и обведите в этих формулах сульфгидрильную группу : цистеин, глутатион, коэнзим А.**



Название соединения:

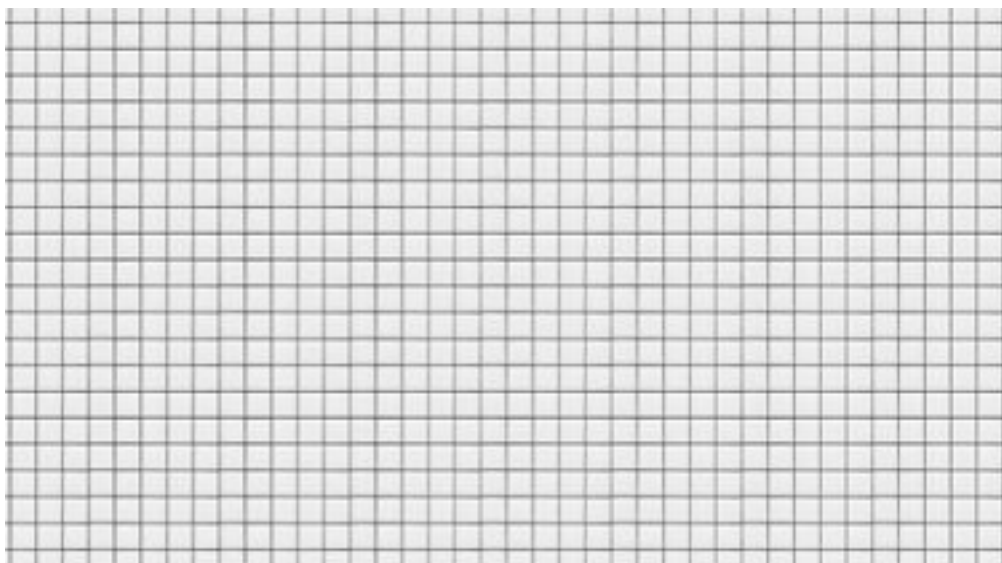


Название соединения:

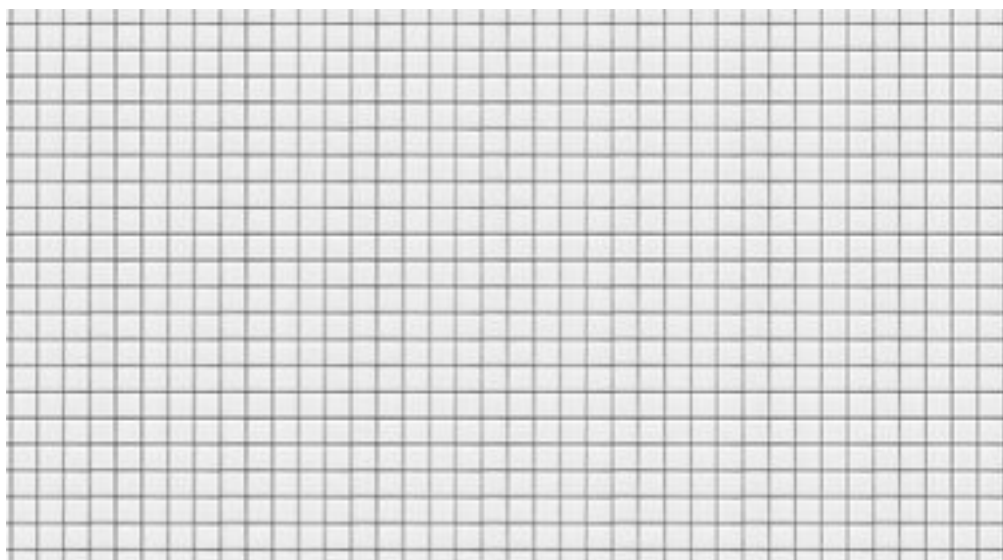
### ЗАДАНИЕ 5

Перечислите все известные вам фосфоросодержащие функциональные группы в структуре органических соединений.

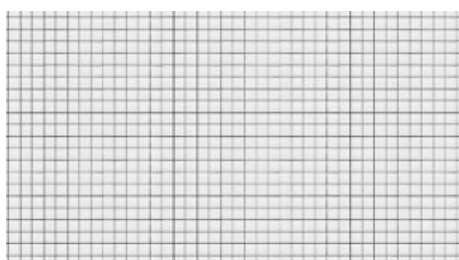
Соедините аминокислоту серин с фосфорной кислотой, покажите образованную формулу фосфосерина.



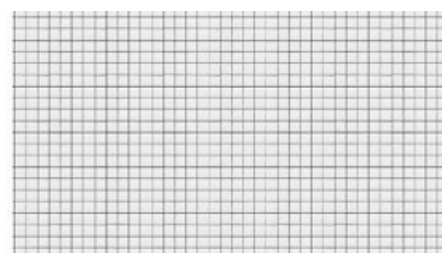
Составьте схему строения АТФ, выделив остатки фосфорной кислоты.



**Составьте 1–2 формулы соединений с остатком фосфорной кислоты из предложенного списка и обведите в этих формулах фосфатный фрагмент:** 2-фосфоглицериновая кислота, 3-фосфоглицериновая кислота, глицеральдегид-3-фосфат, диоксиацетонфосфат, фосфоенолпируват.



**Название соединения:**

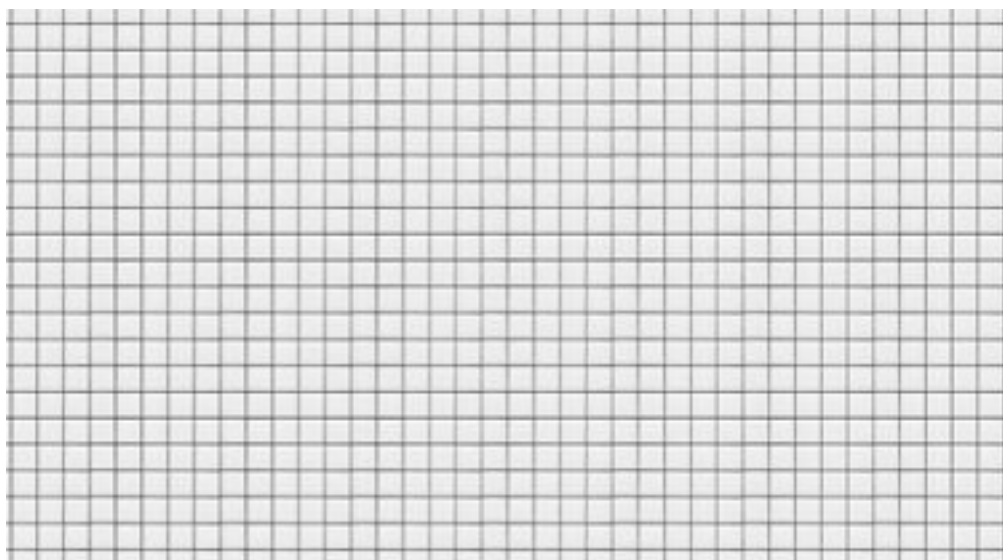


**Название соединения:**

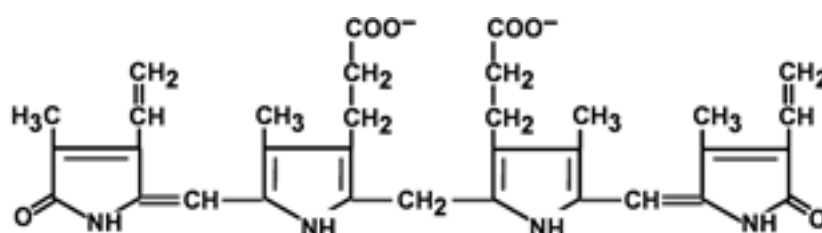
## **ЗАДАНИЕ 6**

Перечислите все известные вам пятичленные гетероциклы.

Составьте формулу пиррола. Предположите физико-химические и биологические свойства пиррол-содержащих биоорганических соединений.

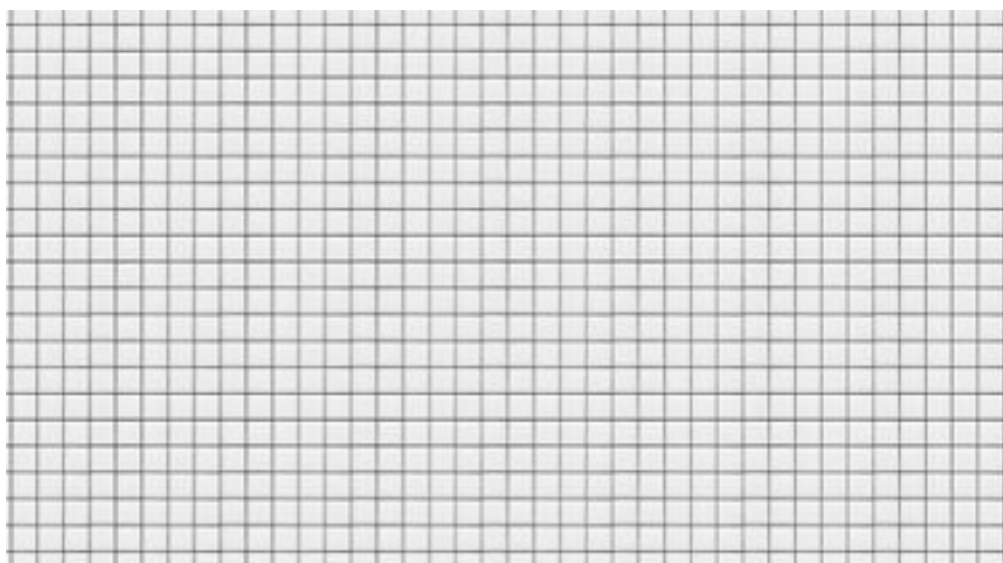


Проанализируйте потенциальные физико-химические и биологические свойства соединения на основе его химической формулы:

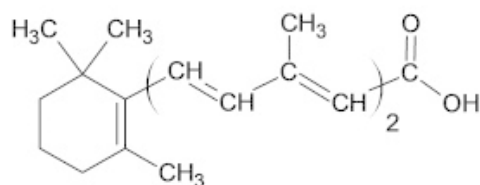
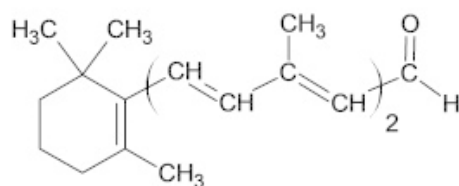
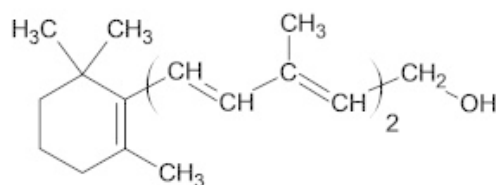
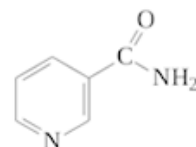
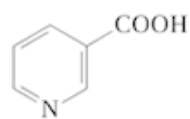
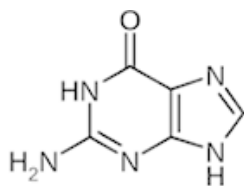
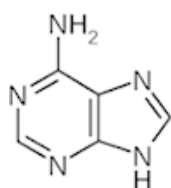


Перечислите все известные вам шестичленные гетероциклы.

Составьте формулу пиридина. Предположите физико-химические и биологические свойства пиридинсодержащих биоорганических соединений.



Проанализируйте потенциальные физико-химические и биологические свойства двух родственных соединений на основе их химической структуры:



## Раздел 2. Аминокислоты и простые белки



### ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ В ДАННОЙ ТЕМЕ?

#### Основные термины и понятия

Гидрофильность  
Гидрофобность  
Амфифильность (амфотерность)  
Аминокислоты  
Цвиттер-ион  
Пептидная (амидная) связь  
Пептиды  
Белки  
Нативная структура белка (активность)  
Денатурация белка  
Ренатурация  
Фолдинг белка  
Мисфолдинг белка  
Болезни, связанные с мисфолдингом белка  
Шапероны  
Денатурация, факторы денатурации (с причинами)  
Изоэлектрическая точка (ИЭТ, pI)  
Олигомерный белок  
Белковая субъединица (протомер)  
Домен в молекуле белка  
Гистоны  
Глутатион  
Карнозин,  
Коллаген,  
Эластин,  
Пепсин  
Инсулин  
Биуретовая реакция  
Нингидриновая реакция  
Ксантопротеиновая реакция  
Реакция Фоля  
Заменимые аминокислоты (с перечислением)  
Незаменимые аминокислоты (с перечислением)  
Протеиногенные аминокислоты  
Непротеиногенные аминокислоты (с примерами)  
Нестандартные аминокислоты (примеры и функции)

Физико-химические свойства аминокислот

Диализ

Хроматография

Уровни структурной организации белка

Первичная структура белка

Вторичная структура белка

Третичная структура белка

Четвертичная структура белка

Изоэлектрическая точка белка

Альфа-спираль

Бета-складчатость

Связи, участвующие в стабилизации разных уровней структурной организации белка

**Знать:**

Различные способы классификации аминокислот

Амфотерность аминокислот

Заменимость и незаменимость аминокислот

Процесс биосинтеза белка

Механизм образования пептидов в организме – прицельный (специфический) протеолиз белков или синтез ферментными системами из аминокислот

Примеры непротеиногенных аминокислот (бета-аланин, орнитин, цитруллин, ГАМК) и их биологическую роль в организме,

Роль шаперонов в фолдинге белков

Уровни структурной организации белков (первичная, вторичная, третичная и четвертичная)

Строение и биологические свойства важнейших пептидов: вазопрессин, окситоцин, аспартам, глутатион, карнозин, ангиотензин

Роль убиквитина в деградации внутриклеточных белков

Протеинопатии

Строение важнейших белков (коллаген, эластин, инсулин, пепсин, трипсин, лизоцим, гистоны,)

Методы разделения и анализа аминокислот, белков (высаливание, хроматография, электрофорез, гель-фильтрация, ультрацентрифугирование, секвенирование)

Методы очистки белков (диализ)

**Уметь объяснить:**

Как заряжается аминокислотная группа и диссоциирует карбоксильная группа в молекуле аминокислоты

Наличие зарядов в молекуле белка

Какой связью и с какими аминокислотными остатками в белках связываются остатки фосфата, остатки углеводов

Полярность (гидрофильность) и неполярность (гидрофобность) биоорганических молекул, их кислотность, основность и склонность к ОВР

## Уметь изображать формулы

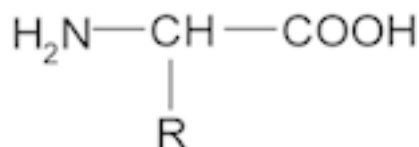
20 протеиногенных аминокислот, 5 азотистых оснований, соединять аминокислоты в пептиды и анализировать их состав и заряды



## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

### ЗАДАНИЕ 1

Перед вами общий план строения  $\alpha$ -аминокислот:

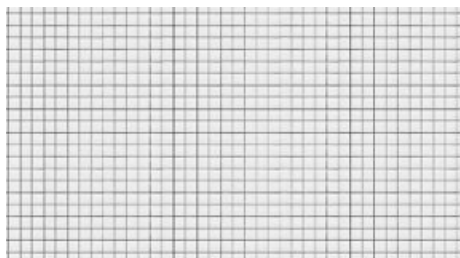


Составьте формулы простейших аминокислот, в которых:

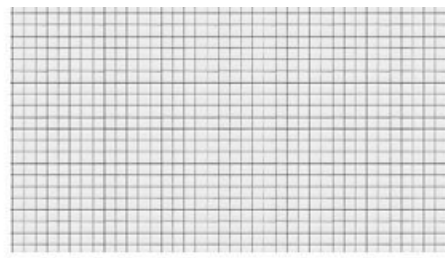
а)  $\text{R} = -\text{H}$ ,

б)  $\text{R} = -\text{CH}_3$

Дайте химические и тривиальные названия полученных аминокислот.

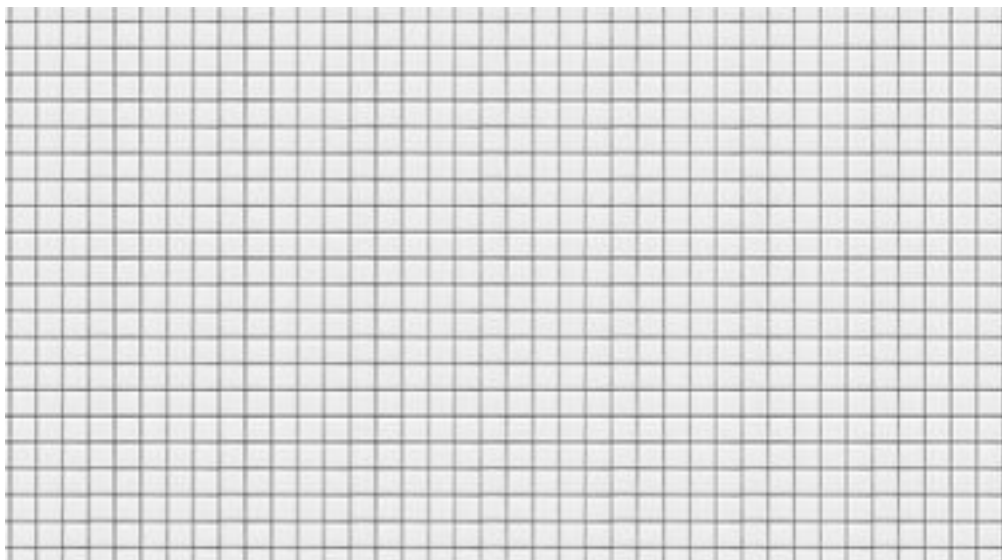


Название соединения:



Название соединения:

В формуле (б) сдвиньте аминогруппу из альфа-положения в бета-положение. Какие биологические изменения возникнут в связи с изменением структуры аминокислоты? Какова биологическая роль бета-аланина?

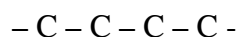


**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 2

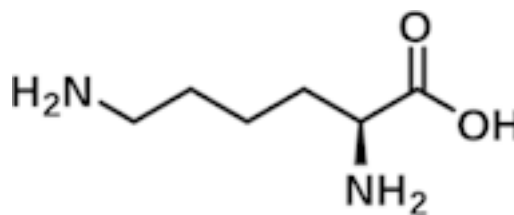
Допишите формулу аминокислоты, в которой имеется 4 атома углерода, аминогруппа находится в  $\gamma$ -положении. Дайте химическое название полученной аминокислоте и предположите ее биологические свойства.

**Решение:**



### ЗАДАНИЕ 3

Перед вами химическая формула диаминомонокарбоновой аминокислоты лизин (Лиз, Lys, K):



В представленной формуле пронумеруйте все положения углерода, начиная от карбоксильной группы по систематической номенклатуре, а также обозначьте альфа ( $\alpha$ ), бета ( $\beta$ ) и другие положения. Дайте оценку суммарного заряда лизина при  $pH = 7,0$ ;  $2,0$  и  $13,0$ . С чем связано изменение заряда лизина при изменении  $pH$ ?

**Решение:**



## ЗАДАНИЕ 4

(Примечание: если вы встретили задание со звездочкой, то это задание является немного более сложным. Вы можете сделать попытку выполнить его, либо переходите к следующему заданию.)

Аминокислоты являются амфолитами, для которых характерно наличие  $pK_{a1}$  ( $\alpha$ -COOH),  $pK_{a2}$  ( $\alpha$ -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>). Например, для глицина это значения 2,34 и 9,5. Это легко установить методом кислотно-основного титрования (см рис.)

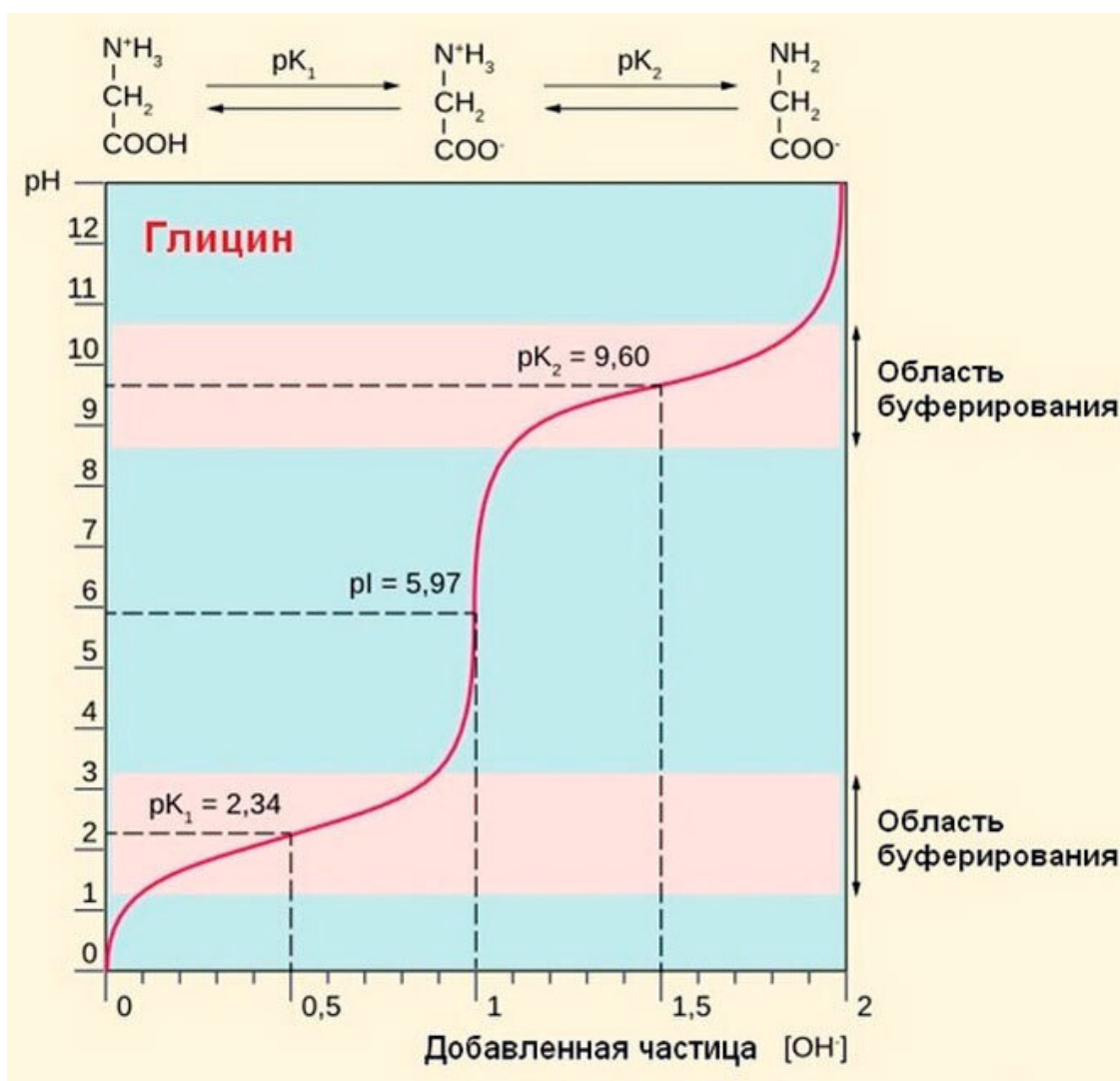
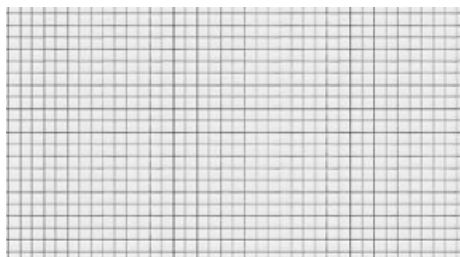


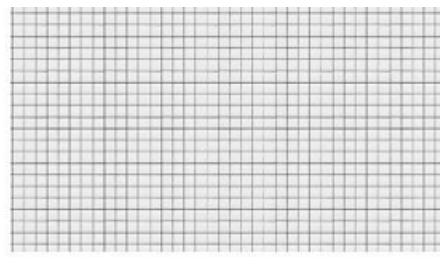
Рис. 1.

В зависимости от pH функциональные группы аминокислот могут находиться в протонированной и депротонированной форме. В таблице приведены значения  $pK_a$  для функциональных групп лизина (Лиз). Составьте формулу Лиз при pH 11,5 (щелочное значение), подпишите протонированные и депротонированные группы.

Аминокислота	pKa1 (α-COOH)	pKa2 (α-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> )	pKa (R-группы)
Лиз	2,18	8,95	10,79



Формула лизина при pH=7,0



Формула лизина при pH=11,5

## ЗАДАНИЕ 5

Известно, что изоэлектрическая точка амфотерного соединения есть значение pH среды, при котором его суммарный заряд равен нулю.

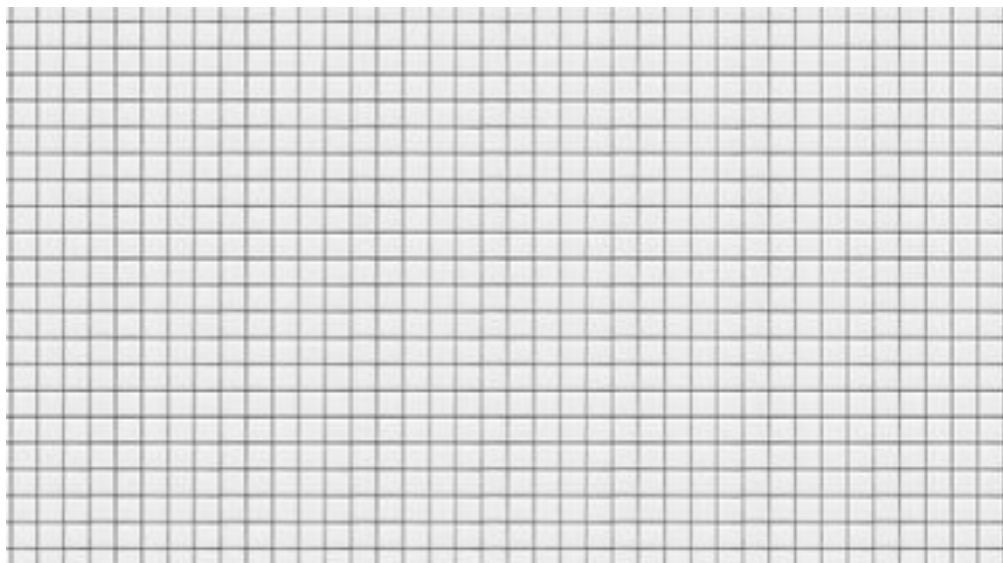
Для моноаминомонокарбоновых аминокислот это значение легко можно рассчитать по формуле:

$$pI = \frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2}$$

Используя данные справочной таблицы, рассчитайте изоэлектрические точки аминокислот Лей, Вал, Фен. Что можно сказать о направлении движения этих аминокислот в электрическом поле, если изменить значение pH среды до сильнокислого (например, pH = 1,5) и сильнощелочного (например, pH = 13,0)?

Аминокислота	pKa1 (α-COOH)	pKa2 (α-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> )	pKa (R-группы)
Ала	2,34	9,69	-
Арг	2,17	9,04	12,48
Асп	2,02	8,80	-
Асп	2,09	9,82	3,86
Цис	1,71	10,78	8,33
Глу	2,19	9,67	4,25
Глн	2,17	9,13	-
Гли	2,34	9,60	-
Гис	1,82	9,17	6,00
Иле	2,36	9,60	-
Лей	2,36	9,60	-
Лиз	2,18	8,95	10,79
Мет	2,28	9,21	-
Фен	1,83	9,13	-
Про	1,99	10,60	-
Сер	2,21	9,15	-
Тре	2,09	9,09	-
Трп	2,42	9,44	-
Тир	2,20	9,11	10,07
Вал	2,32	9,62	-

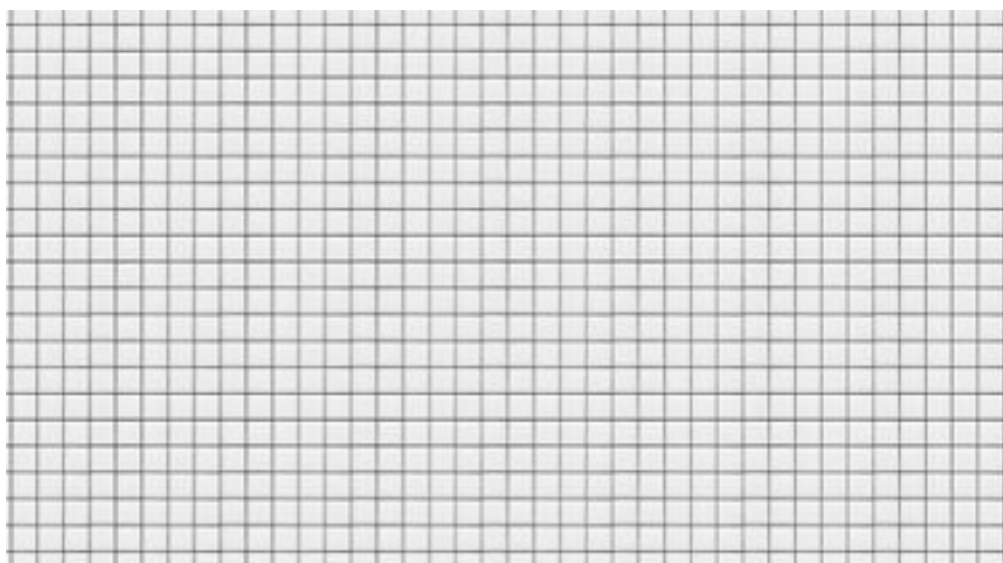
**Расчеты и пояснение:**



**ЗАДАНИЕ 6\***

Подумайте, как рассчитать изоэлектрическую точку для моноаминодикарбоновых аминокислот Глу и Асп? Приведите свой расчет, дайте пояснение исходя их структуры этих аминокислот. Объясните направление движения этих аминокислот в электрическом поле при  $pH = 7,0$ ,  $pH = 2,0$  и  $pH = 12,0$

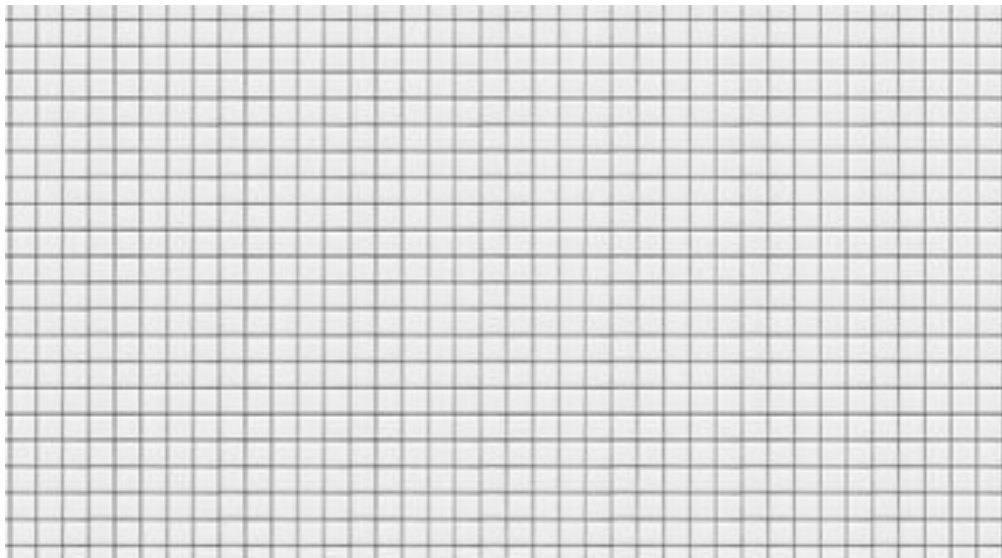
**Расчеты и пояснение:**



Подумайте, как рассчитать изоэлектрическую точку для таких аминокислот, как Арг, Лиз и Гис? Приведите свой расчет, дайте пояснение исходя их структуры этих аминокислот.

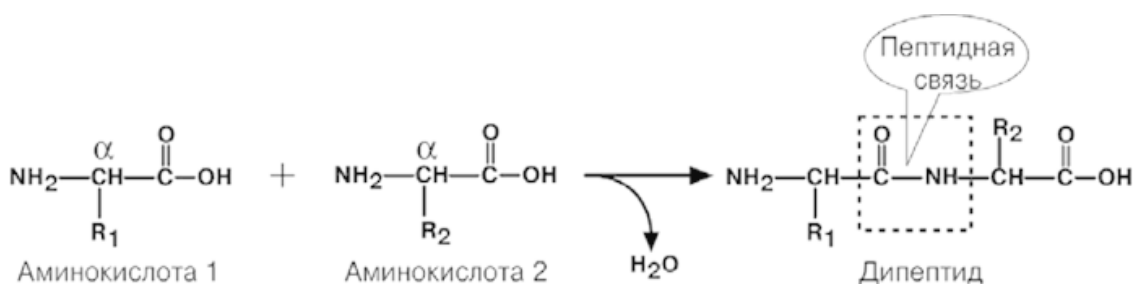
Объясните направление движения этих аминокислот в электрическом поле при  $\text{pH} = 7,0$ ,  $\text{pH} = 1,5$  и  $\text{pH} = 13,0$

**Расчеты и пояснения:**



**ЗАДАНИЕ 7**

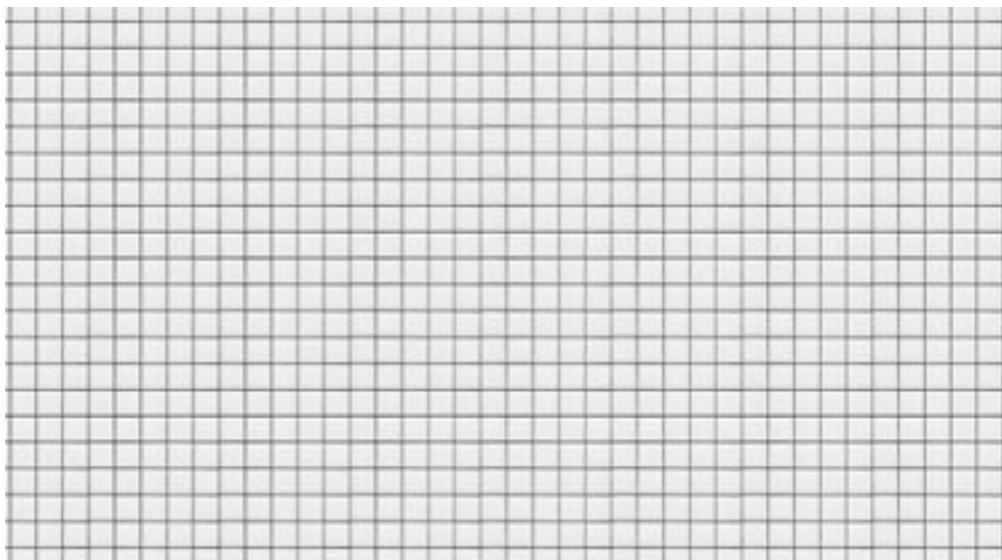
Как вам известно из биологии, биосинтез белка – это сложный биохимический процесс, происходящий по принципам матричных биосинтезов. Образование пептидной связи между остатками аминокислот происходит на рибосомах. В химическом плане образование пептидной связи является примером реакции поликонденсации:



Соедините в дипептиды следующие любые 1–2 пары аминокислот: Гли-Ала; Фен-Гис; Про-Трип; Лиз-Асп; Глу-Иле

Подумайте, какой суммарный заряд будут иметь данные дипептиды при  $\text{pH}=7,0$  (нейтральная среда).

**Решение:**



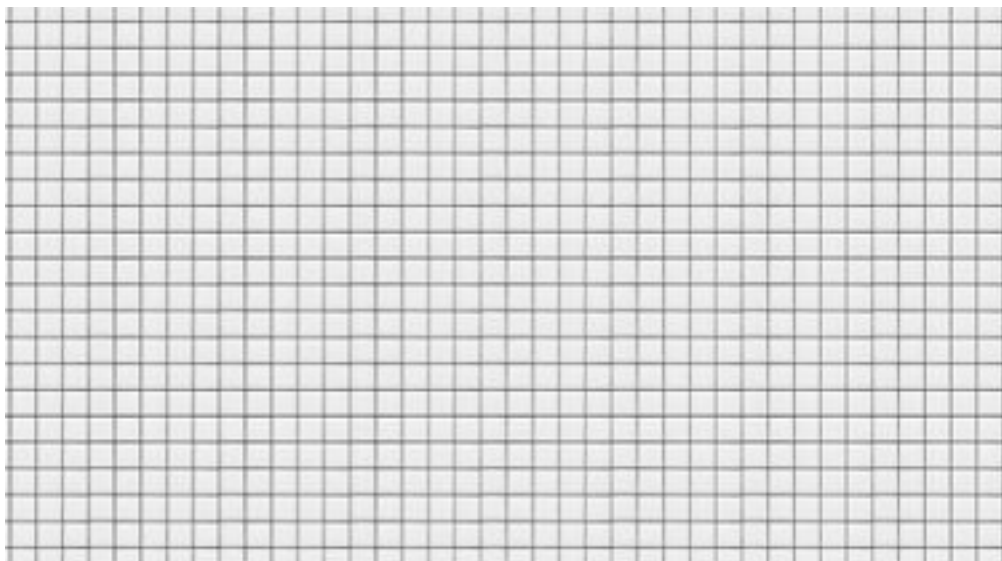
### ЗАДАНИЕ 8

Известно, что водородная связь – форма взаимодействия между более электроотрицательным атомом (например, N, O) и менее электроотрицательным атомом водорода H. Такие связи легко реализуются между молекулами воды, спиртов, между азотистыми основаниями в составе нуклеиновых кислот, а также в пептидах и белках.

Предположим, что биохимик-исследователь работает со смесью следующих аминокислот:

**Фен, Асн, Лей, Ала, Глу, Лиз, Вал.** Выберите среди них те аминокислоты, радикалы которых могут участвовать в образовании водородных связей в белках. Поясните свой ответ.

**Решение:**



## ЗАДАНИЕ 9

В учебной лаборатории по биохимии на полке находятся следующие флаконы с органическими веществами:

Альбумин человека раствор для инфузий 10%	Раствор натрия хлорида для инфузий 0,9%	Цистеин таблетки 500 мг	Фенилаланин порошок	Глицин Таблетки 100 мг
				

Выпишите названия веществ, которые дают нижеследующие положительные качественные химические реакции:

А) Нингидриновая реакция: \_\_\_\_\_

Б) Ксантопротеиновая реакция: \_\_\_\_\_

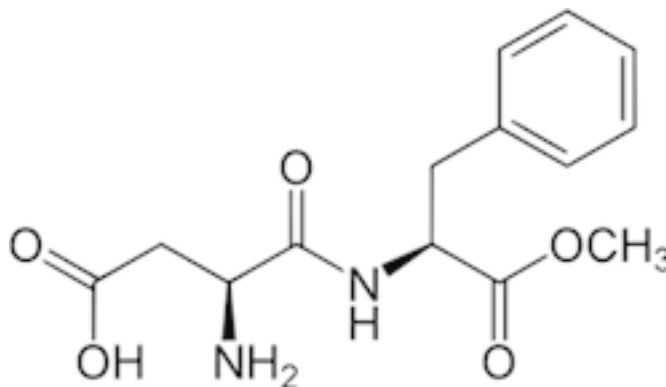
В) Реакция Фоля: \_\_\_\_\_

Г) Биуретовая реакция: \_\_\_\_\_

Д) Реакция с нитратом серебра: \_\_\_\_\_

## ЗАДАНИЕ 10

На занятии по биохимии студентам предложили проанализировать состав и свойства вещества под названием «Аспакам». Соединение имеет сладкий вкус и следующую химическую формулу.



Проанализируйте химическую структуру аспаркама, выделите в формуле те фрагменты, которые вам уже известны, подпишите их. Предположите область применения этого вещества.

**Пояснение:**

## ЗАДАНИЕ 11

На занятии по биохимии студентам предложили проанализировать состав и свойства пептида следующего строения:

**Асп-Цис-Асп-Гли-Сер-Вал-Лиз-Цис-Гис-Гли-Лиз-Иле-Глу-Лей**

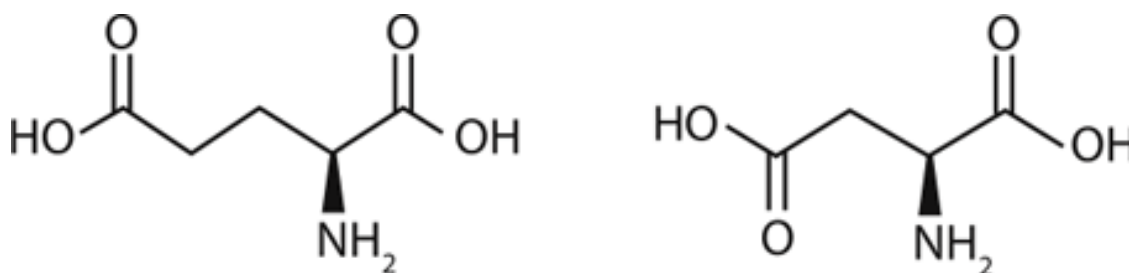
Один из студентов предположил, что при взаимодействии между боковыми заместителями аминокислот в структуре пептида произойдет образование дисульфидных мостиков, ионных и гидрофобных связей. Чем подтвердить такое предположение? Выпишите пары аминокислот, между которыми действительно возможны такие взаимодействия.

**Решение:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

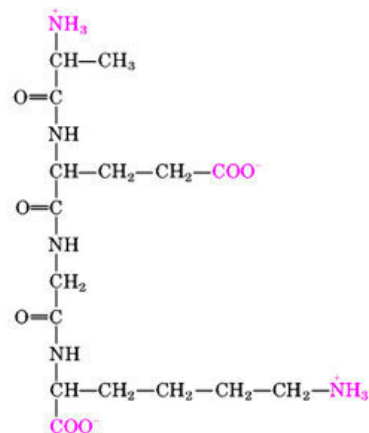
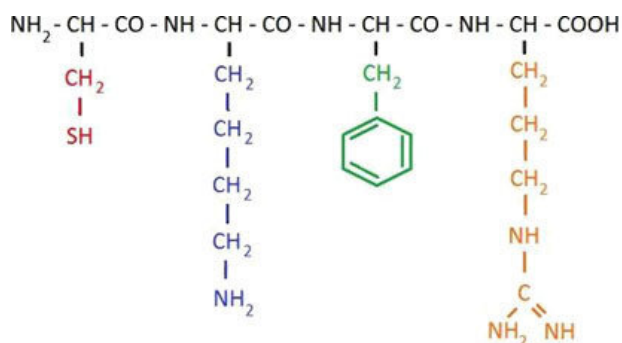
## ЗАДАНИЕ 12



Дайте характеристику пары аминокислот, выбрав верные утверждения:

АК1 (название)	Да/нет + / -	АК2 (Название )	Да/нет + / -
незаменимая		не имеет стереоизомеров	
непротеиногенная		входит в состав глутатиона	
диаминомонокарбоновая		заменимая	
обнаруживается реакцией Фоля		заряжена отрицательно	
заряжена положительно		обнаруживается ксантопротеиновой реакцией	
моноаминодикарбоновая		диаминомонокарбоновая	

## ЗАДАНИЕ 13



Дайте характеристику пары пептидов, заполнив колонку с ответами:

Пептид 1 (состав АК)		Пептид 2 (Состав АК )	
Заряд при pH = 7, 0		Заряд при pH = 12,0	
Двигается к электроду (Какому?) при pH = 3,0		Двигается к электроду (Какому?) при pH = 7,0	
Дает положительные химические реакции (указать какие)		В составе незаменимые АК (перечислить, какие)	
В составе ароматические АК (перечислить, какие)		В составе диаминомонокислоты АК (перечислить, какие)	
Вторая АК образует связь в третичной структуре белков (какую)		Вторая АК образует связь в третичной структуре белков (какую)	

## ЗАДАНИЕ 14

Допишите формулу тетрапептида, состоящего из протеиногенных аминокислот таким образом, чтобы полученный пептид соответствовал перечисленным характеристикам:

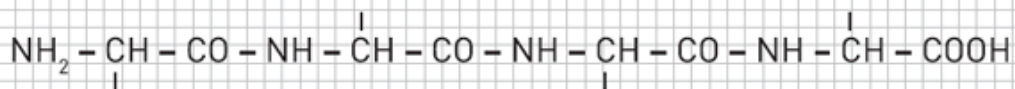
А. Тетрапептид заряжен **положительно** при нейтральном значении pH.

Б. Тетрапептид содержит **ароматическую** аминокислоту без гидроксильной группы.

В. Тетрапептид содержит аминокислоту, содержащую **гуанидиновый фрагмент**

Г. Тетрапептид содержит серосодержащую аминокислоту, которая **дает положительную реакцию Фоля**.





### ЗАДАНИЕ 15 \*

15.1. Составьте структурную формулу пентапептида следующего строения:

#### **Цис-Арг-Фен-Глу-Трип**

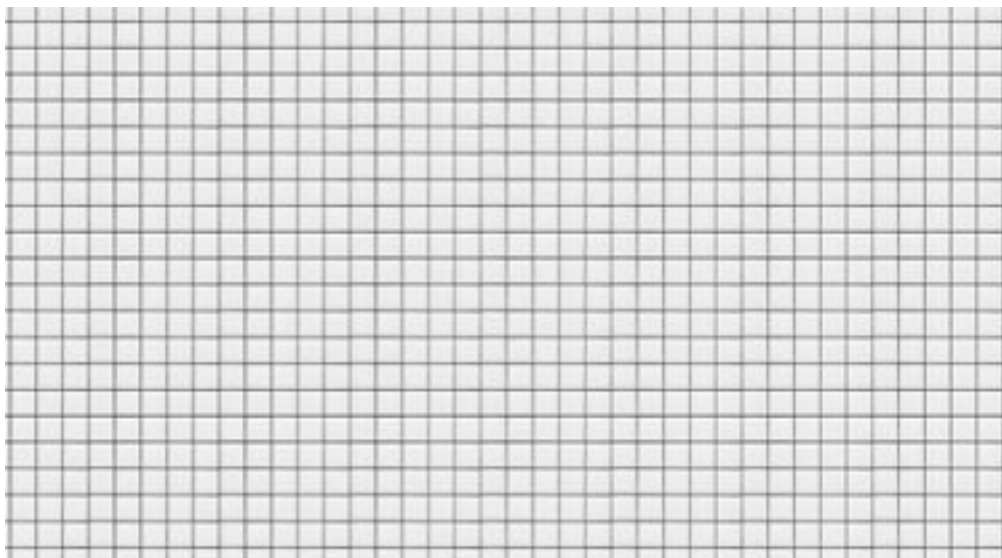
- Обозначьте N- и C-концы пептида
- Отметьте регулярно повторяющиеся фрагменты пептида (пептидные связи) и боковые заместители (радикалы) остатков аминокислот.
- Какие из цветных реакций будут положительны с данным пептидом?
- Определите суммарный заряд пептида при следующих условиях:  
 $Z = ? \text{ pH} = 7,0$ ;  $Z = ? \text{ pH} = 1,0$ ;  $Z = ? \text{ pH} = 12,0$

#### **Пояснение:**

15.2. В медицине для профилактики и лечения заболеваний суставов используется запатентованный препарат, представляющий собой смесь химически модифицированных пептидов

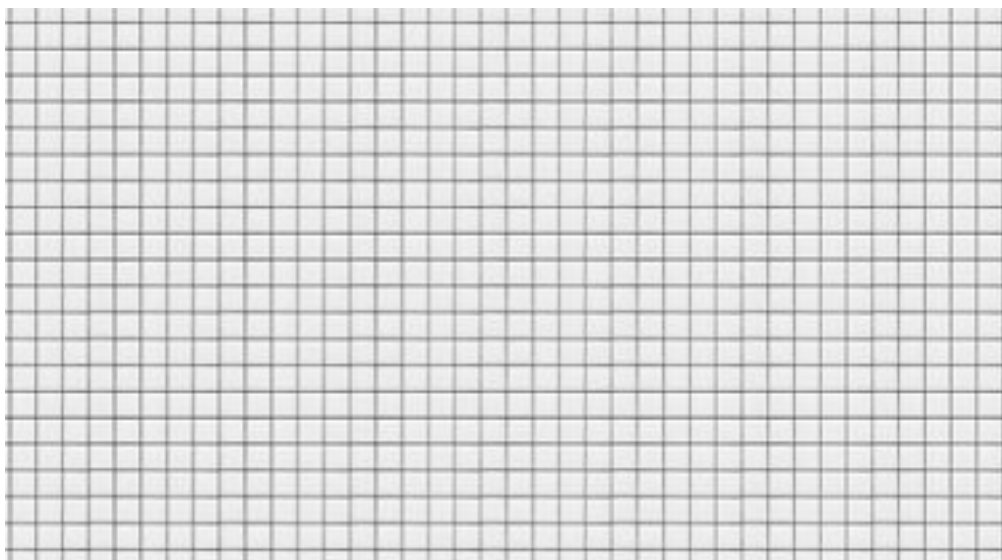
#### **Ala-Glu-Asp, Lys-Glu-Asp и Lys-Glu.**

Данный препарат нормализует морфоструктуры суставных тканей, в том числе цитоархитектоники хрящевой ткани с уменьшением количества хондроцитов, подверженных апоптозу, особенно на конечных его стадиях. **Составьте формулы указанных трипептидов. Рассчитайте их суммарный заряд при  $\text{pH} = 7,0$ .**



**Пояснение:**

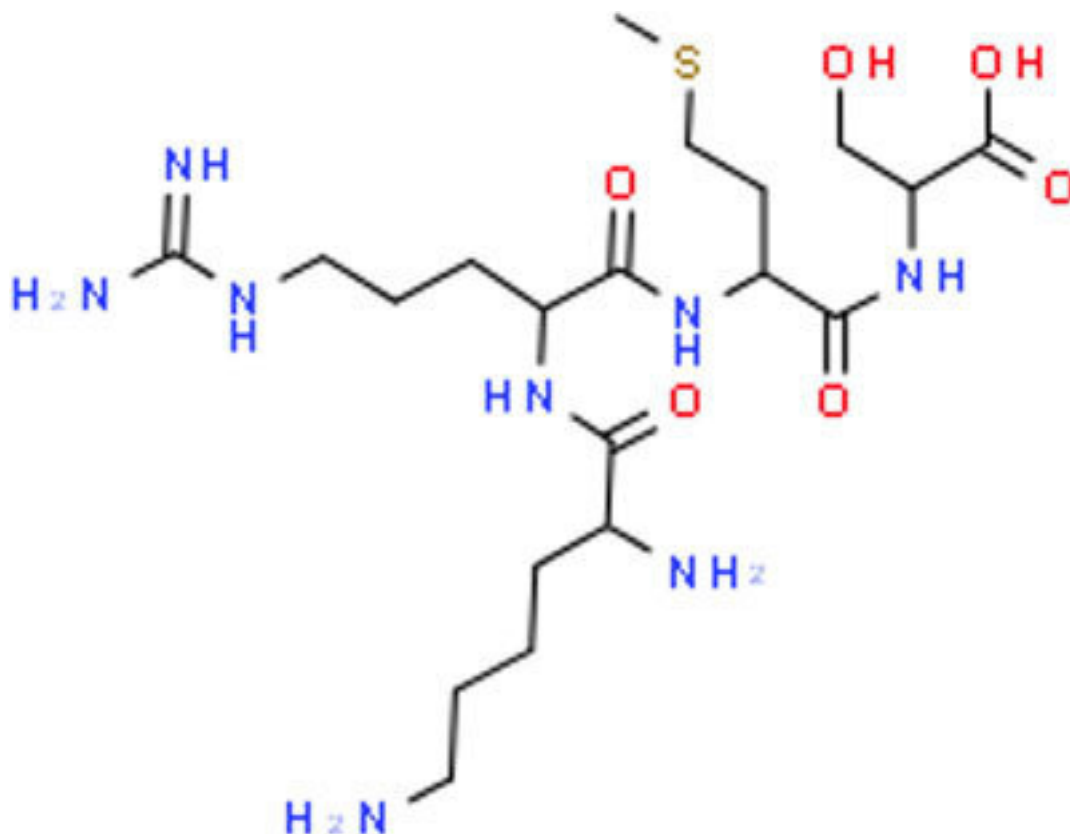
**15.3.** В медицине в качестве противовоспалительного и анальгетического средства используется запатентованный препарат, представляющий собой химически модифицированный трипептид: **Tyr-Pro-Ser**. Составьте формулу указанного трипептида. Рассчитайте его суммарный заряд при  $\text{pH}=7,0$ ;  $\text{pH}=2,0$ ;  $\text{pH}=12,0$ .



**Пояснение:**

**ЗАДАНИЕ 16\***

На формуле тетрапептида обведите боковые заместители (радикалы) отдельных аминокислот, формирующих пептид, обозначьте N- и C-концы. Выделите пептидные связи. Назовите пептид с учетом того, что аминокислотные остатки нумеруются от N-конца. Определите суммарный заряд данного тетрапептида при  $\text{pH} = 7,0$   $\text{pH} = 2,0$  и  $\text{pH} = 12,0$  и укажите направление его движения в электрическом поле (к катоду, к аноду, без движения).

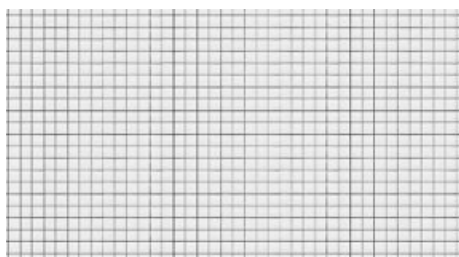


### ЗАДАНИЕ 17\*

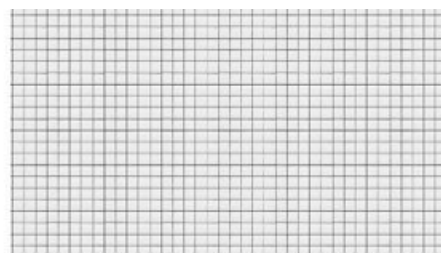
В биохимическую лабораторию направлена смесь из двух пептидов. У исследователей имеется все необходимое оборудование и реактивы для проведения качественного и количественного анализа веществ и их смесей. Установлено, что в составе анализируемой смеси есть пептид, который состоит из  **$\beta$ -Ала и Гис**, а также пептид, который имеет в составе **Глу, Цис и Гли**. Было сделано предположение о том, что пептиды, представленные на анализ, являются карнозином и глутатионом.

Составьте формулы предполагаемых пептидов. В чем особенность включения Глу в состав глутатиона? Предположите, какими методами анализа воспользовались биохимики при разделении смеси этих веществ и какие качественные химические реакции на отдельные аминокислоты в составе пептидов они провели. Дайте обоснование.

**Решение:**



Пептид 1



Пептид 2

### ЗАДАНИЕ 18 \*

В таблице представлены характеристики некоторых белков. Используя эти данные предположите методы разделения и анализа трех белков, находящихся в одной смеси:

**лизоцим, гамма-глобулин и пепсин.** Составьте план разделения. Дайте соответствующие пояснения.

Белок	Изоэлектрическая точка
Пепсин желудочного сока	2
Казеин молока	4,6
Альбумин сыворотки крови	4,64
Альфа-глобулин крови	4,8
Фибриноген крови	5,4
Гамма-глобулин крови	6,4
Бета-глобулин крови	5,2
Оксигемоглобин	6,87
Химотрипсин	8,6
Рибонуклеаза	9,5
Цитохром С	10,7
Лизоцим	10,7

#### Решение:

1. Особенности структуры и свойств выбранных соединений
2. Выбранные методы анализа
3. Обоснование метода

### ЗАДАНИЕ 19\*

В таблице представлены характеристики некоторых белков. Используя эти данные предположите методы разделения и анализа трех белков-ферментов, находящихся в одной смеси: **рибонуклеаза, лизоцим и ксантиноксидаза.** Составьте план разделения. Дайте соответствующие пояснения.

		Белок 1	Белок 2	Белок 3
		Ксантиноксидаза	Лизоцим	Рибонуклеаза
	Аминокислота (содержание в моль %)			
1	Лиз	6,6	7,1	9,7
2	Гис	2,3	5,3	4,1
3	Арг	4,9	13,0	3,9
4	Асп	8,9	14,1	14,2
5	Тре	6,9	4,5	8,8
6	Сер	6,3	3,9	12,0
7	Глу	10,5	10,0	11,2
8	Про	5,3	4,8	4,0
9	Гли	8,2	3,5	2,9
10	Ала	7,5	2,0	11,4
11	Цис	2,7	3,4	6,9
12	Вал	6,7	3,3	8,4
13	Мет	2,9	1,5	3,9
14	Иле	5,2	6,3	2,5
15	Лей	8,8	3,8	2,0
16	Тир	2,5	6,3	5,6
17	Фен	4,1	5,7	3,0
18	Трп	0,4	1,0	-
19	-			
20	-			
	Всего, моль%	100	100	100

### Решение:

1. Особенности структуры и свойств выбранных соединений
2. Выбранные методы анализа
3. Обоснование метода

### ЗАДАНИЕ 20\*

В таблице представлен аминокислотный состав некоторых белков. Используя эти данные предположите методы разделения и анализа трех белков, находящихся в одной смеси:

**пепсин, альбумин, гистон.** Составьте план разделения. Дайте соответствующие пояснения.

		<b>Белок 1</b>	<b>Белок 2</b>	<b>Белок 3</b>
		Гистон	Альбумин	Пепсин
	Аминокислота, %			
1	Ала	7,6	-	-
2	Гли	5,8	1,6	6,4
3	Вал	5,5	7,7	7,1
4	Лей	9,1	11	10,4
5	Иле	4,6	1,7	10,8
6	Про	3,4	5,1	5,0
7	Фен	3,5	7,8	6,4
8	Тир	3,9	4,7	8,5
9	Трп	-	0,2	2,4
10	Сер	4,1	3,3	12,2
11	Тре	6,4	4,6	9,6
12	Цистеин + цистин	-	6,3	2,1
13	Мет	0,9	1,3	1,7
14	Арг	14,8	6,2	1,0
15	Гис	2,3	3,5	0,9
16	Лиз	11,7	12,3	0,9
27	Асп	5,5	9	16
18	Глу	10,3	17,0	11,9
19	Амидный азот (Гли, Асп)	0,7	0,9	1,3
20	-			

1. Особенности структуры и свойств выбранных соединений
2. Выбранные методы анализа
3. Обоснование метода

## **Раздел 3. Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты. Матричные биосинтезы**



### **ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ В ДАННОЙ ТЕМЕ?**

#### **Основные термины и понятия**

Составные части моонуклеотида (азотистое основание, сахар пентоза, фосфат)  
Нуклеозид  
Нуклеотид  
Нуклеиновые кислоты  
Денатурация ДНК  
Нуклеопротеины  
ДНК  
РНК  
Аденин  
Гуанин  
Цитозин  
Тимин  
Урацил  
Рибоза  
Дезоксирибоза  
Репликация  
Транскрипция  
Трансляция

#### **Иметь представление о/об (знать)**

О строении важнейших сложных белков (гемоглобин и миоглобин)  
О характере связи между рибозой (дезоксирибозой) и азотистым основанием в нуклеотидах  
О характере связи между моонуклеотидами в составе нуклеиновых кислот  
Об уровнях структурной организации нуклеиновых кислот  
О типах нуклеиновых кислот  
Строении т-РНК, и-РНК, ДНК  
О методах разделения и анализа нуклеиновых кислот  
О принципах и условиях матричных биосинтезов

#### **Уметь составлять формулы**

нуклеозидов и нуклеотидов, анализировать их состав и заряд



## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

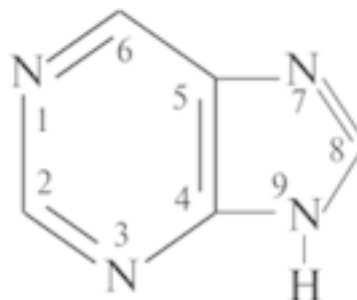
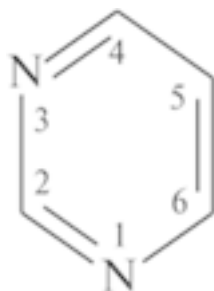
### ЗАДАНИЕ 1

Какой термин соответствует представленному понятию:

- а) Соединение, в котором пуриновое или пиримидиновое основание связано с рибозой или дезоксирибозой – ...
- б) Группа органических соединений, у которых гидроксильный остаток пентозы в составе нуклеозида этерифицирован одной или несколькими фосфатными группами – ...
- в) Процесс, сворачивания полипептидной цепи в уникальную трехмерную пространственную структуру – ...
- г) Видоизмененные азотистые основания, отличающиеся по строению от аденина, гуанина, урацила и тимина – ...

### ЗАДАНИЕ 2

На представленных рисунках найдите структуру, соответствующую пурину и структуру, соответствующую пиримидину. Какой из этих гетероциклов является конденсированным и состоит из двух частей – пиримидина и имидазола? Подпишите составные части гетероциклов.

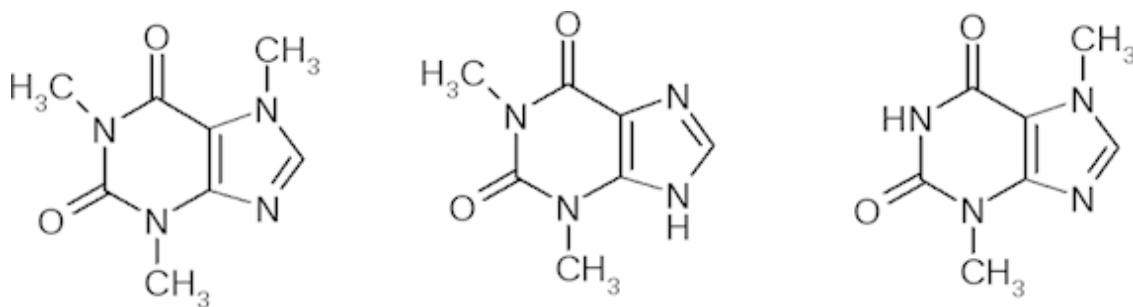


Назовите известные вам природные соединения производные пиримидина и пурина.

### ЗАДАНИЕ 3

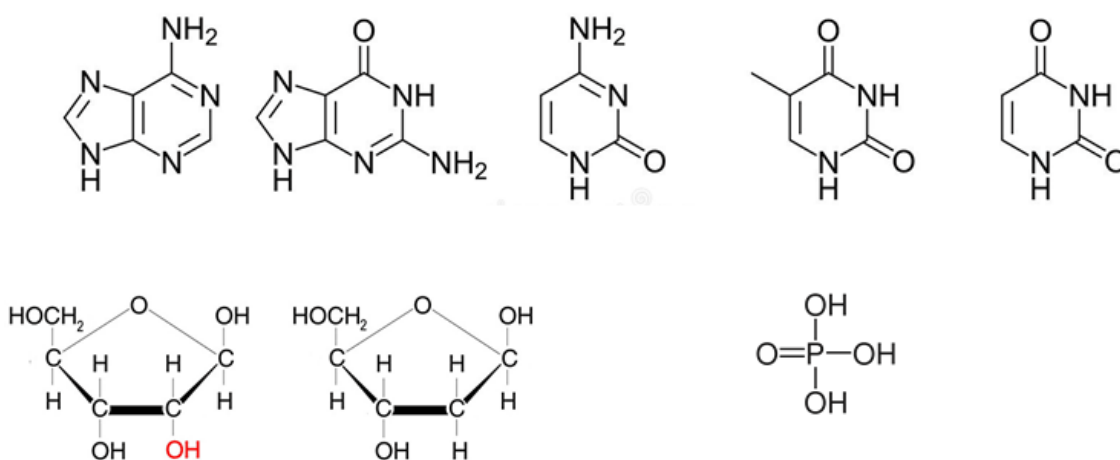
Известно, что чай и кофе содержат алкалоиды пуринового ряда. Проанализируйте формулы пуриновых алкалоидов. Выделите в этих формулах гетероциклическую часть.





#### ЗАДАНИЕ 4

В вашем распоряжении имеются формулы следующих веществ:



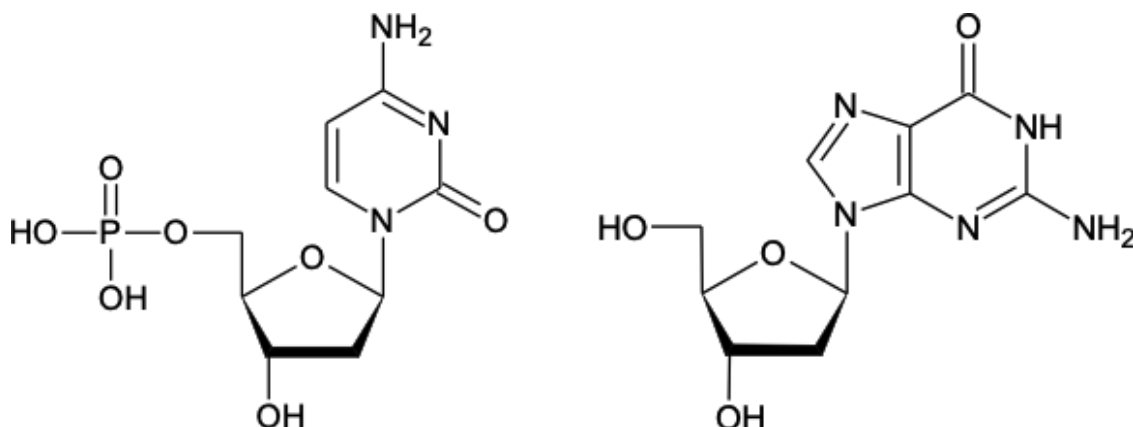
Используя представленные структурные компоненты, составьте химические формулы:

а) двух любых нуклеозидов

б) двух любых нуклеотидов

#### ЗАДАНИЕ 5

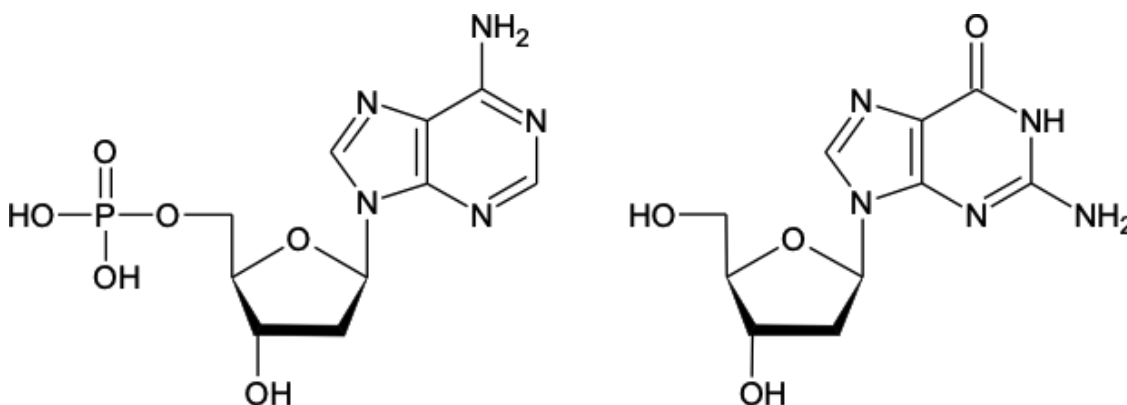
Дайте характеристику двум соединениям, формулы которых приведены ниже:



- а) Название первого соединения \_\_\_\_\_  
название второго \_\_\_\_\_  
б) Общее число нуклеотидов на рисунке \_\_\_\_  
Общее число дезоксисахаров на рисунке \_\_\_\_ названия сахаров:  
Общее число моль пуриновых соединений на рисунке \_\_\_\_, из них аденина \_\_\_\_  
б) Суммарный заряд первого соединения \_\_\_\_  
в) Число водородных связей, образуемых первым соединением в составе ДНК \_\_\_\_

### ЗАДАНИЕ 6

Дайте характеристику двум соединениям, формулы которых приведены ниже:



- а) Название первого соединения \_\_\_\_\_  
название второго \_\_\_\_\_  
б) Число сложноэфирных связей в первом соединении \_\_\_\_  
Число моль рибозы двух соединений \_\_\_\_  
Число моль гуанина в двух соединениях \_\_\_\_  
б) Суммарный заряд первого соединения \_\_\_\_  
в) Число водородных связей, образуемых вторым соединением в составе ДНК \_\_\_\_

### ЗАДАНИЕ 7

4.1. Дайте название соединениям, формулы которых приведены ниже: \_\_\_\_\_

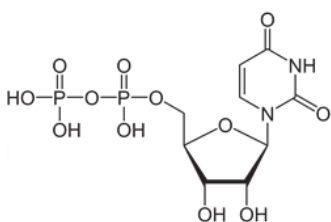
Укажите, являются ли эти соединения:

☐ нуклеотидом ☐ нуклеозидом ☐ азотистым основанием

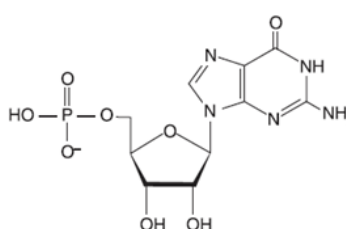
Стрелками укажите на формулах N-гликозидную связь и сложноэфирную связь

Укажите на формулах атомы, которые образуют водородные связи с комплементарным азотистым основанием (обведите конкретные атомы).

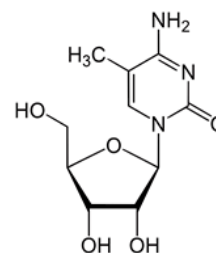
**Формула 1**



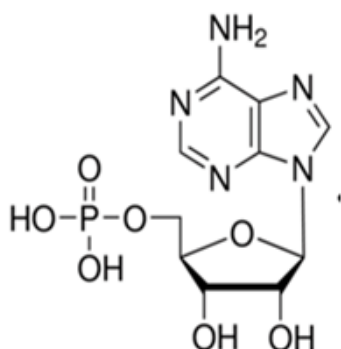
**Формула 2**



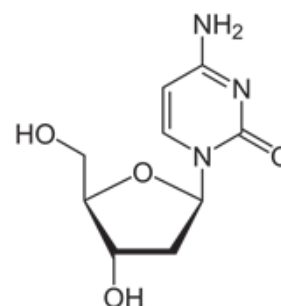
**Формула 3**



## ЗАДАНИЕ 8



**Формула 1**



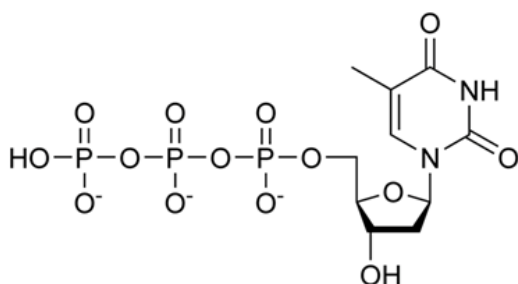
**Формула 2**

Дайте характеристику двум соединениям, представленным выше, выбрав верные утверждения:

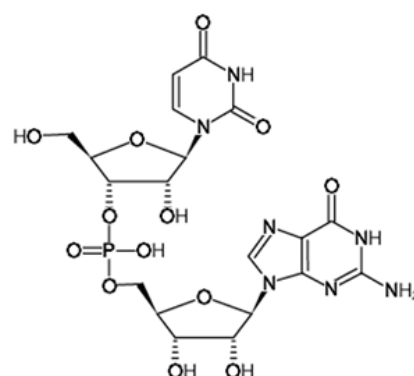
Соединение 1 (название)	Да/нет + / -	Соединение 2 (Название)	Да/нет + / -
это пиримидиновый нуклеотид		это пуриновый нуклеозид	
это пуриновый нуклеотид		это пиримидиновый нуклеозид	
азотистое основание в структуре называется		сахар в структуре называется	
химическая связь между азотистым основанием и углеводным фрагментом - сложноэфирная		химическая связь между азотистым основанием и углеводным фрагментом - простая эфирная	
азотистому основанию в данной структуре комплементарен тимин		азотистому основанию в данной структуре комплементарен гуанин	
входит в состав РНК		входит в состав ДНК	

## ЗАДАНИЕ 9

**Формула 1**



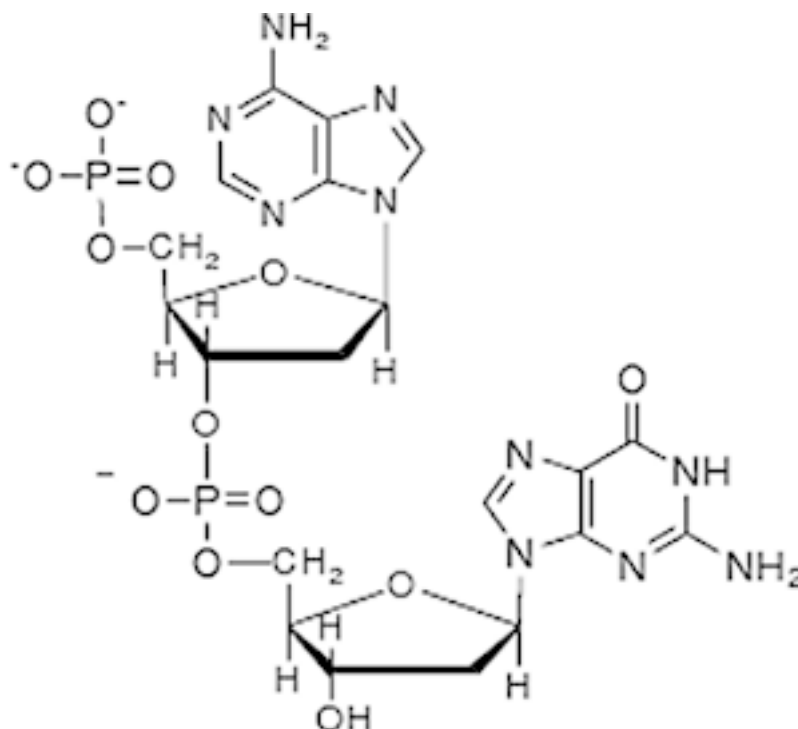
**Формула 2**



**Дайте характеристику пары веществ, заполнив колонку с ответами:**

Формула 1 (название)		Формула 2 — мононуклеотид/динуклеотид (выбрать верное)	
Заряд при pH = 7,0		Входит в состав ДНК/РНК (указать верный ответ)	
Количество моль пентоз после гидролиза		Название азотистых оснований в структуре	
Количество моль тимина после гидролиза		Название химической связи между первым и вторым сахаром	
Количество моль фосфорной кислоты после гидролиза		Количество моль рибозы после гидролиза	
Число водородных связей при взаимодействии данного азотистого основания с другим		Азотистое основание, комплементарное первому азотистому основанию в структуре	

### ЗАДАНИЕ 10



Подпишите названия азотистых оснований, входящих в структуру:

Укажите, какое из них – пуриновое, а какое – пиримидиновое:

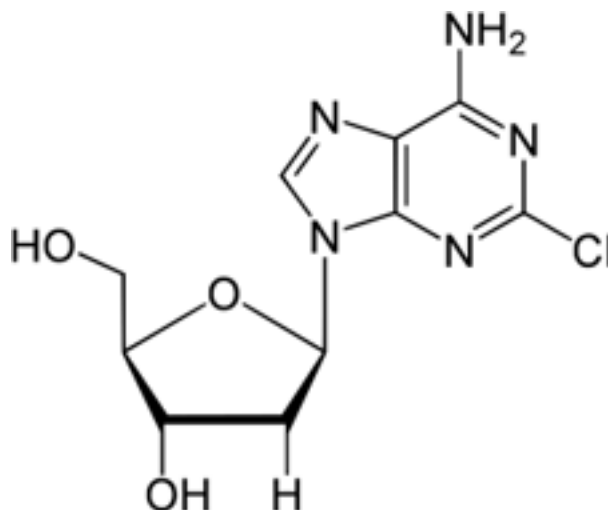
На рисунке выделите 3',5'- фосфодиэфирную связь.

Может ли данное соединение быть фрагментом тРНК? Обоснуйте свой ответ.

**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 11

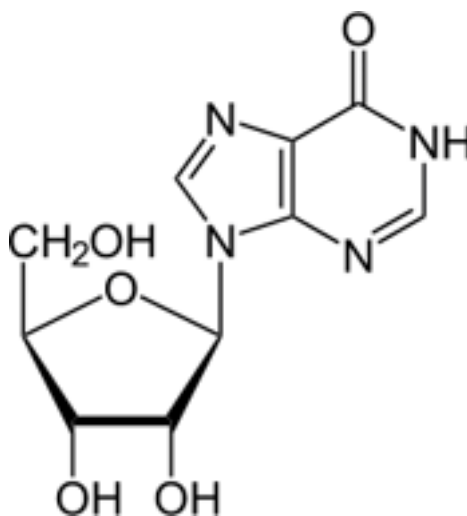
В арсенале современных лекарственных средств используется препарат, формула которого представлена выше. Это средство зарегистрировано под торговым наименованием **Кладрибин**. Какие особенности структуры вы заметили у данного препарата? Предположите биологические свойства этого вещества.



**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 12

В медицине используется препарат **Инозин (рибоксин)** как предшественник адениловых и гуаниловых нуклеотидов.

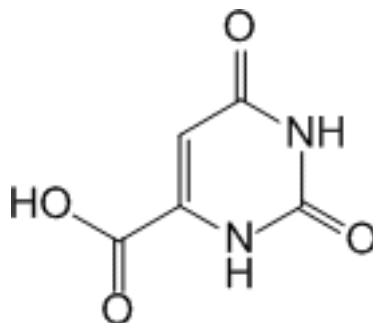


Что такое нуклеотиды? Опишите состав и биологическую роль аденозина и гуанозина в организме. Подпишите составные компоненты инозина. На основе структуры инозина объясните, почему это препарат является предшественником АТФ. Опишите предполагаемый механизм образования АТФ из инозина.

**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 13

Перед вами представлена формула **оротовой кислоты**, калиевая соль которой используется в медицине под названием «Калия оротат». Это вещество является предшественником пиримидиновых азотистых оснований.

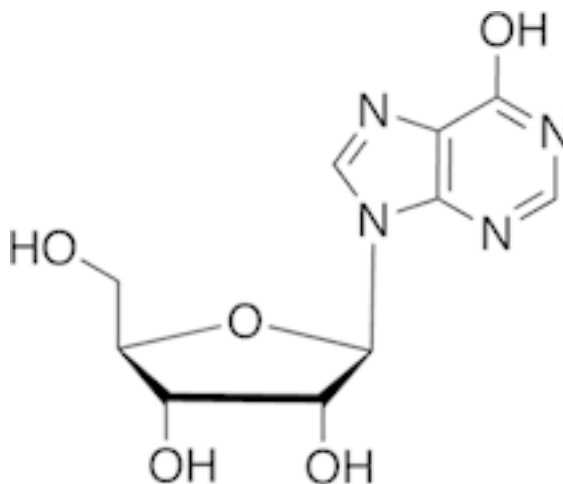


Как вы объясните причину использования данного препарата при ишемической болезни сердца?

**Пояснение:**

#### ЗАДАНИЕ 14

Перед вами представлена формула основного компонента препарата «Изопринозин»



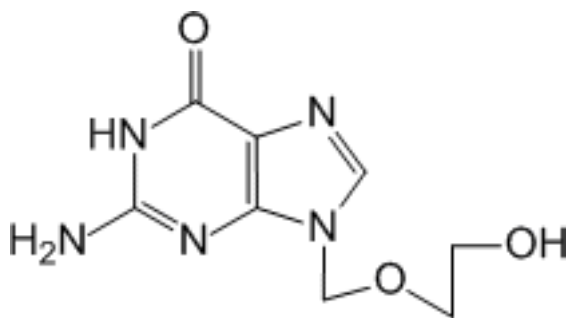
Это синтетическое комплексное производное пурина, обладающее иммуностимулирующей активностью и неспецифическим противовирусным действием.

Какие химические компоненты входят в состав данной структуры? Как вы объясните противовирусный эффект данного вещества?

**Пояснение:**

#### ЗАДАНИЕ 15\*

Аналоги нуклеозидов – это группа лекарственных средств, проявляющих активность в отношении генома вирусов, поскольку они предотвращают репликацию вируса в инфицированных клетках. Наиболее часто используется препарат **Ацикловир**. Как вы объясните механизм действия такого препарата основе его химической структуры? Предположите механизм действия ацикловира.



**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 16

Участку ДНК — ГТАЦАГ будет комплементарна последовательность РНК		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		ЦАТГТЦ
2)		ЦТГТАЦ
3)		ЦАУГУЦ
4)		ЦУГУАЦ

**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 17

В образце двухцепочечной ДНК 40% азотистых оснований составляет тимин (Т). Какой процент оснований составляет аденин (А)?		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)		80%
2)		20%
3)		60%
4)		40%

**Пояснение:**

### ЗАДАНИЕ 18

Ниже представлены две последовательности мРНК:

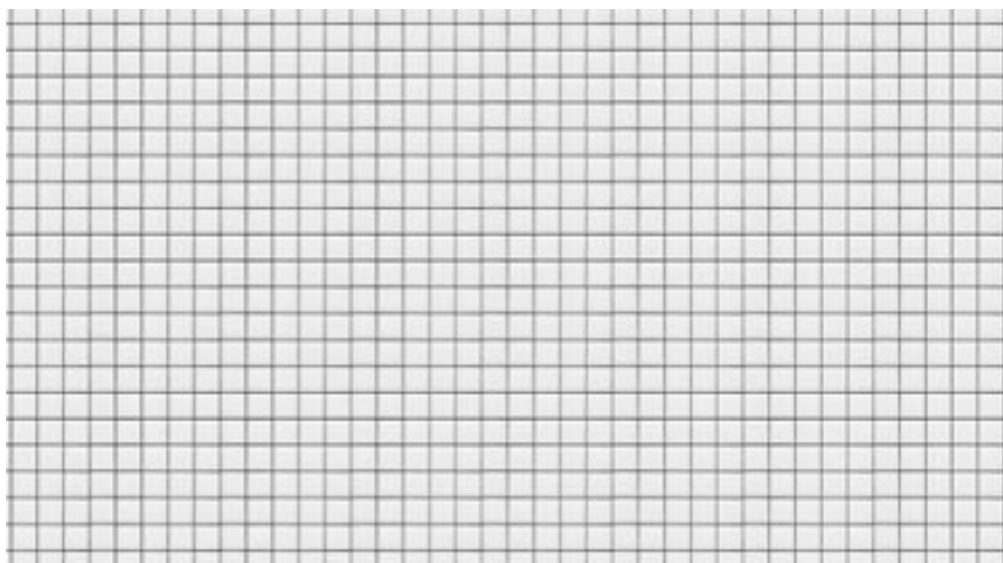
5' ЦУУЦЦУААУАГУАГАГУЦ 3'

5' ЦУЦЦЦАААЦАГЦАГГГУА 3'

а) Запишите аминокислотные последовательности, закодированные в данных фрагментах мРНК;

б) Запишите структурную формулу второй аминокислоты в структуре первого пептида.





**Таблица «Генетический код»**

Первый нуклеотид	Второй нуклеотид				Третий нуклеотид
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир – –	Цис Цис – Три	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

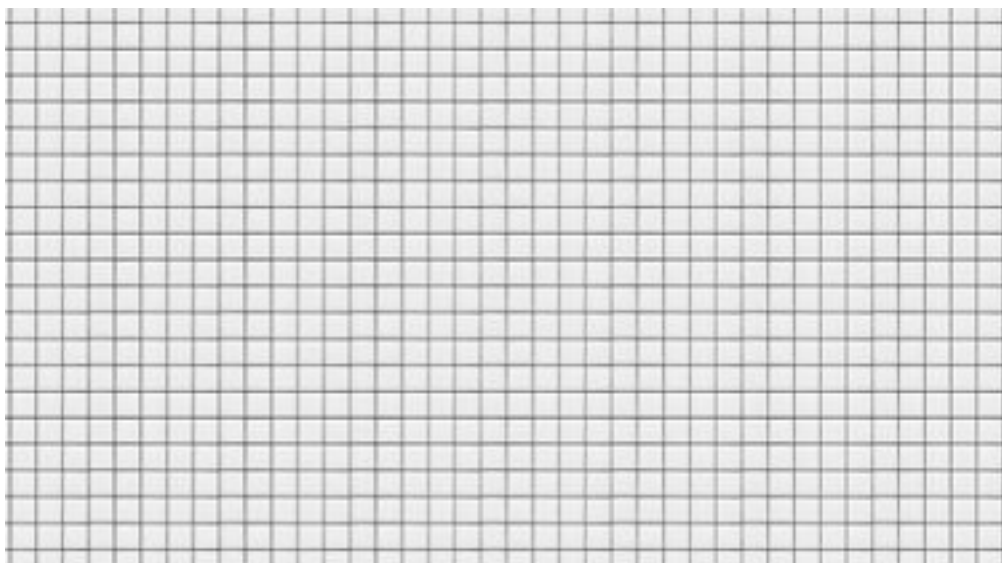
## ЗАДАНИЕ 19

Фрагмент смысловой цепи ДНК имеет следующую нуклеотидную последовательность:  
5'АТТГЦЦАТАТГГТАТГА 3'

а) Запишите вторую цепь ДНК.

Запишите последовательность нуклеотидов мРНК, синтезируемой на данном фрагменте молекулы ДНК

б) Какая аминокислота закодирована **третьим кодоном**? Запишите ее структурную формулу и укажите ее классификацию по характеру бокового заместителя?

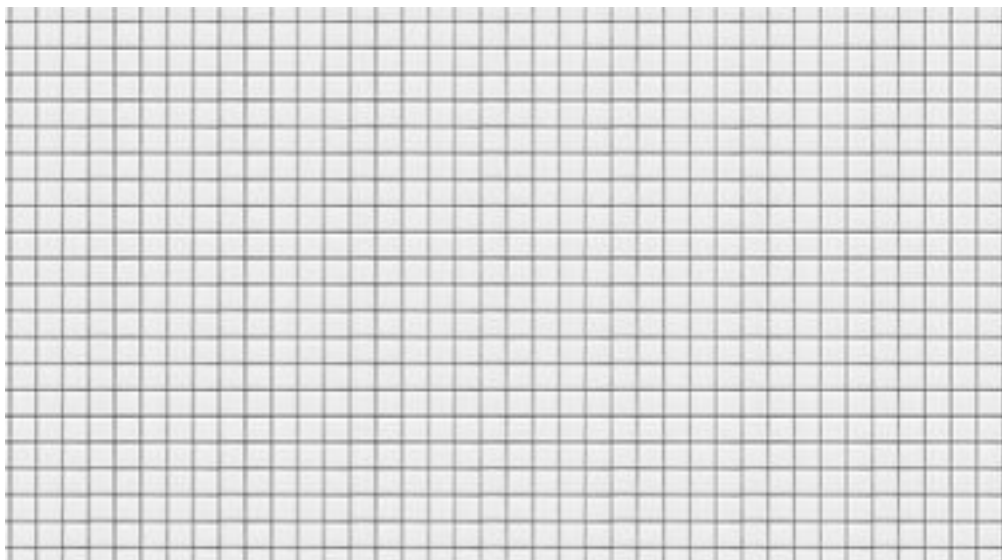


## ЗАДАНИЕ 20

Фрагмент кодирующей (смысловой) цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: 5 ГЦАЦААТТГАГГЦЦАГТТААГТА 3.

а) Напишите полную аминокислотную последовательность, которая закодирована в указанном фрагменте ДНК

б) Какая аминокислота закодирована четвертым кодоном в структуре м-РНК? Запишите ее структурную формулу и дайте ее классификацию по характеру бокового заместителя?



### **ЗАДАНИЕ 21**

Исследователь биохимической лаборатории выделил следующий фрагмент молекулы мРНК:

**5 ГЦГАУУГТГЦГААААЦЦГ 3**

а) Запишите аминокислотные последовательности, закодированные в данных фрагментах мРНК;

Запишите антисмысловую (транскрибируемую) и смысловую (кодирующую) цепи ДНК.

б) Какой суммарный заряд имеет этот пептид при рН 7,2, 2,3 и 12,5

**Пояснение:**

## Раздел 4. Сложные белки



### ЧТО НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ В ДАННОЙ ТЕМЕ?

#### Основные термины и понятия

Простые белки  
Сложные (конъюгированные белки)  
Гем  
Флавины  
Гемоглобин  
Миоглобин  
Молекулярная масса  
Амфотерность  
Растворимость  
Онкотическое давление  
Лиганд  
Сродство к лиганду

#### Знать

Классификацию и особенности строения сложных белков  
Примеры сложных белков в каждой группе  
Фосфопротеины: определение, функции, выполняемые в биосистемах  
Липопротеины: определение, функции, выполняемые в биосистемах  
Хромопротеины: определение, функции, выполняемые в биосистемах  
Нуклеопротеины: определение, функции, выполняемые в биосистемах  
Металлопротеины: определение, функции, выполняемые в биосистемах  
Гликопротеины: определение, функции, выполняемые в биосистемах  
Серповидно-клеточную анемию  
Талассемии

#### Уметь анализировать формулы

Гема  
Миоглобина  
Гемоглобина



## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

### ЗАДАНИЕ 1

Заполните недостающие фрагменты таблицы «Металлопротеины», иллюстрирующей состав и функции сложных белков.

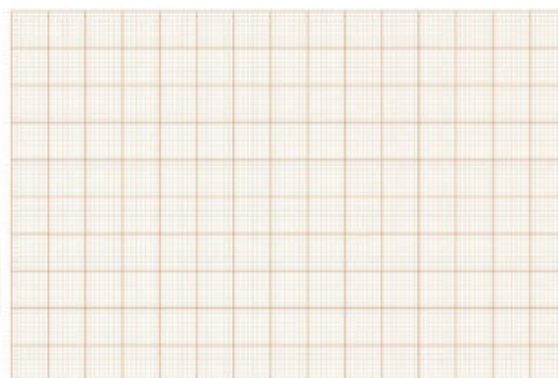
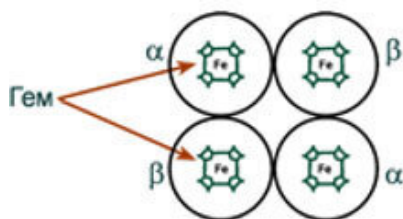
#	Металл	Пример металлопротеина	Выполняемые функции
1	медь	цитохромоксидаза	в комплексе с другими ферментами дыхательной цепи митохондрий участвует в синтезе АТФ
2	?	ферритин,	депонирует железо в клетке
3	Железо	?	переносит железо в крови
4	?	сукцинатдегидрогеназа	?
5	цинк	алкогольдегидрогеназа	?
6	?	лактатдегидрогеназа	?
7	селен	тиреопероксидаза	
8	кальций	?	гидролизует крахмал
9	?	ксантиноксидаза,	отвечает за последние реакции катаболизма пуриновых оснований
10	магний	гексокиназа	?
11	марганец	?	отвечает за реакцию нейтрализации кислородного радикала супероксид-аниона $O_2^{\bullet-}$
12	?	уреаза	отвечает за распад мочевины

### ЗАДАНИЕ 2

На рисунке представлена схема строения сложного белка – гемоглобина взрослого человека (HbA).

Покажите, как выглядит график зависимости насыщения кислородом этого белка.

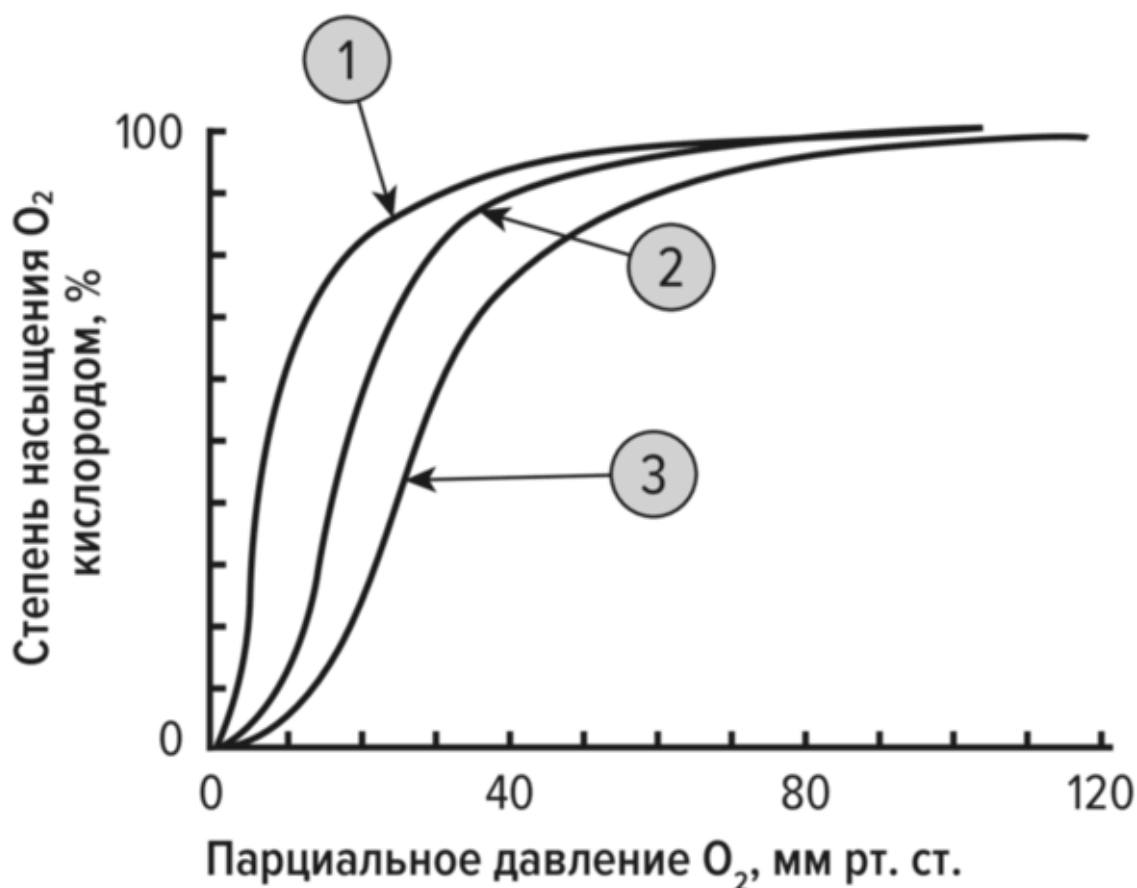
Подпишите оси X (степень насыщения белка кислородом, %), Y (Парциальное давление газа, мм рт. ст).



В той же системе координат покажите зависимость насыщения кислородом двух сложных белков – миоглобина (Mb), фетального гемоглобина (HbF). Какова способность всех трех белков к насыщению кислородом?

### ЗАДАНИЕ 3

На рисунке представлены графики зависимости насыщения гемоглобина кислородом в разных условиях.



На графике укажите кривую, соответствующую кривой насыщения гемоглобина кислородом при уменьшении концентрации  $CO_2$ . Объясните ответ.

Объясните эффект Бора в связывания гемоглобина с кислородом.

На графике укажите кривую, соответствующую кривой насыщения гемоглобина кислородом в отсутствии 2,3-бисфосфолипидов. Объясните ответ.

Опишите биологическую роль 2,3-бисфосфолипидов в регуляции связывания гемоглобина с кислородом.

### ЗАДАНИЕ 4

Сила, с которой кислород связывается с гемоглобином, зависит сразу от нескольких факторов. Эти факторы сдвигают или изменяют форму кривой диссоциации оксигемоглобина.

Сдвиг вправо указывает на то, что исследуемый гемоглобин имеет пониженное сродство к кислороду. Это затрудняет связывание гемоглобина с кислородом (для достижения того же насыщения кислородом требуется более высокое парциальное давление кислорода), но облегчает выделение гемоглобином связанного с ним кислорода.

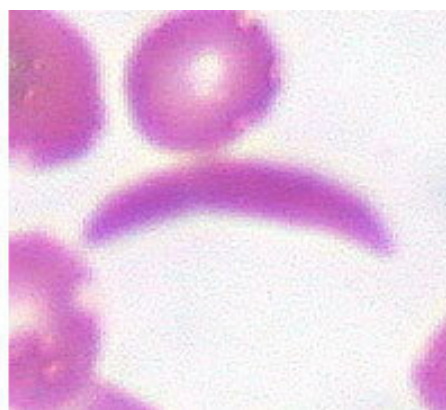
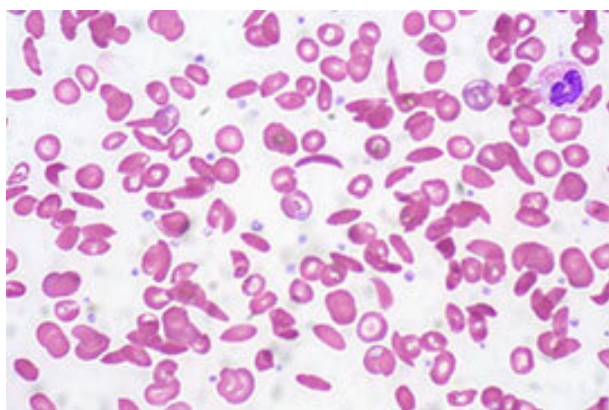
Заполните недостающие параметры в таблице, описывающей графики зависимости насыщения гемоглобина кислородом в разных условиях.

Анализируемые факторы	Изменение повышается / снижается	Сдвиг кривой влево / вправо
Температура	?	→
	?	←
Концентрация 2,3-бисфосфоглицерата	↑	?
	↓	?
Парциальное давление углекислого газа (pCO <sub>2</sub> )	?	→
	?	←
Кислотность [H <sup>+</sup> ]	↑	?
	↓	?

**Пояснение:**

## ЗАДАНИЕ 5

Серповидноклеточная анемия (рисунок картины крови ниже) – наследственная гемоглобинопатия, связанная с таким нарушением строения белка гемоглобина, при котором он приобретает особое кристаллическое строение. Форма гемоглобина больных – так называемый гемоглобин S.



Каковы биологические и физико-химические свойства гемоглобина в норме и что меняется при патологии? Дайте объяснение на основе схемы ниже:



### ДНК HbA

ЦАА-ГТА-ААЦ-АТА-ГГА-ЦТТ-ЦТТ

### Белок

Вал-Гис-Лей-Трп-Про-Глу-Глу

### ДНК HbS

ЦАА-ГТА-ААЦ-АТА-ГГА-ЦАТ-ЦТТ

### Белок

Вал-Гис-Лей-Трп-Про-Вал-Глу

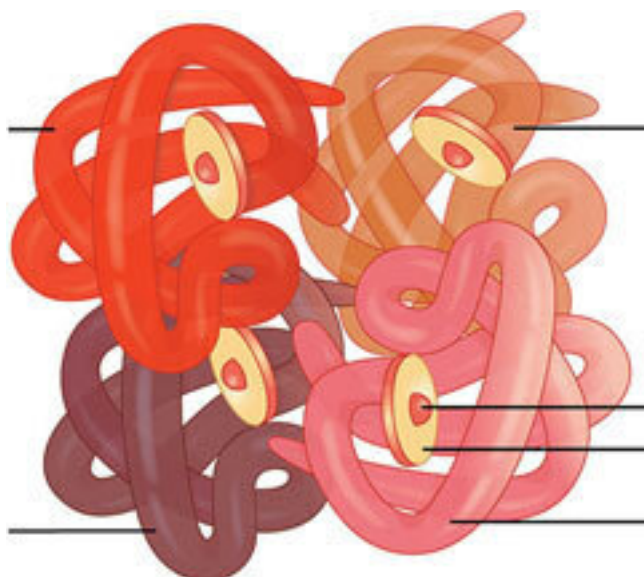
**Пояснение:**

## ЗАДАНИЕ 6

Талассемия (рисунок картины крови ниже) – генетическое заболевание, возникает при повреждении генов гемоглобина и тяжесть заболевания зависит от глубины поломки генов. При талассемии наблюдаются характерные изменения в клиническом анализе крови. Резко снижены количество эритроцитов, уровень гемоглобина (при тяжелых формах – иногда до 20–30 г/л) и цветовой показатель. Эритроциты крови уменьшенного размера, зачастую необычного вида – так называемые «мишеневидные».

Какова структура глобиновых цепей гемоглобина в норме? Опишите их.

На рисунке подпишите составные части гемоглобина:



## ЗАДАНИЕ 7

В таблице представлены характеристики трёх белков.



Название белка	Молекулярная масса	Pi (ИЭТ) белка
Цитохром	13370	10,65
Химотрипсиноген	23240	9,5
Миоглобин	16900	7,0

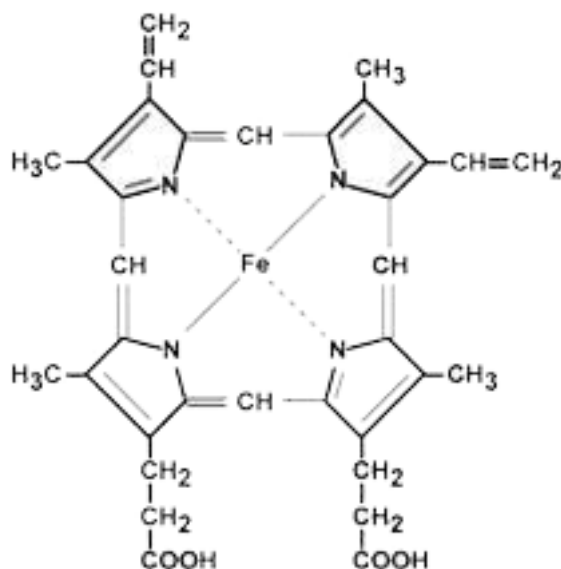
В чем вы видите отличия между ними? Предложите методы, которые можно использовать для разделения этих белков. Дайте обоснование своему выбору.

Опишите особенности структуры и биологические функции каждого из представленных белков.

**Решение:**

## ЗАДАНИЕ 8

Подпишите составные части гема. Найдите структуры пиррола, метиленовые мостики и остатки пропионовой кислоты.



Что является полярной частью молекулы?

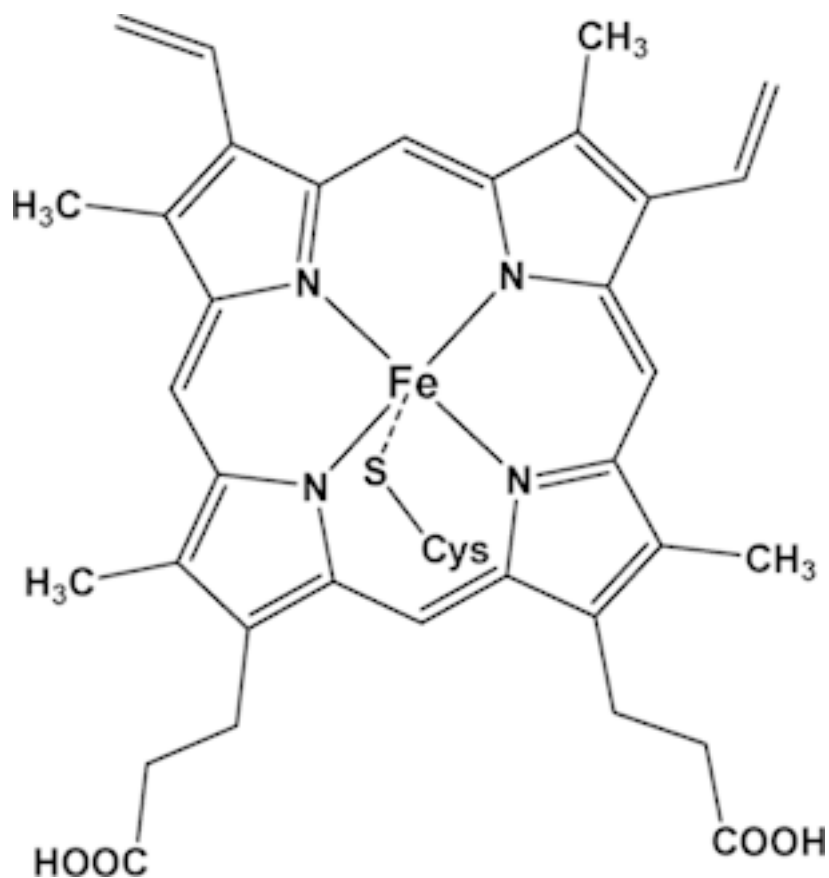
Какова роль железа в этой структуре?

Назовите гемовые белки в организме человека.

## ЗАДАНИЕ 9

Известно, что к металлопорфиринам относятся ферменты, принадлежащие к семейству цитохромов P-450 (рис. ниже). Эти ферменты существуют в различных биообъектах (в растениях, бактериях и млекопитающих). Ферменты P-450 играют ключевую роль в окислительной трансформации эндогенных и экзогенных молекул, а их активный центр содержит протопор-

фирин железа(III)-IX, ковалентно связанный с белком атомом серы проксимального цистеинового лиганда.

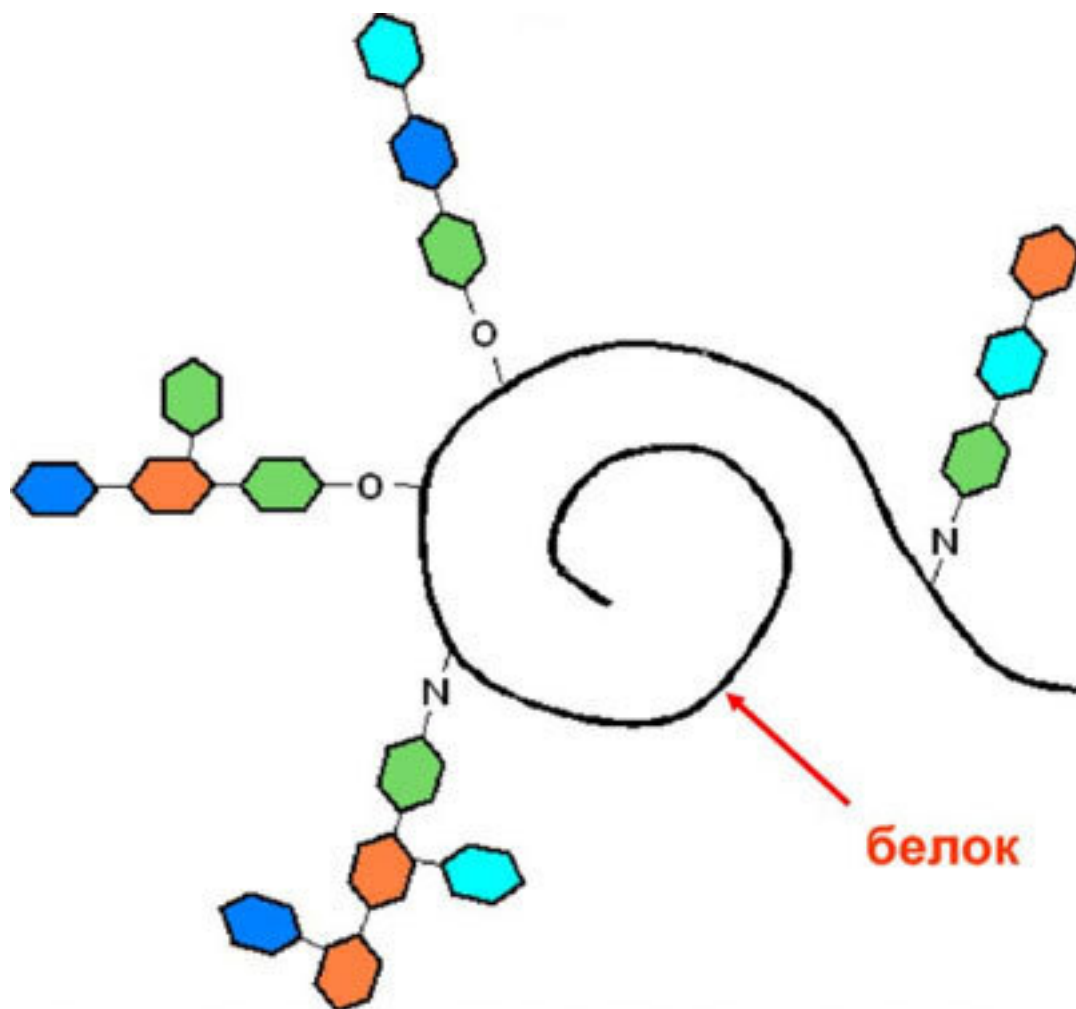


Предположите, с какими структурными особенностями Р-450 связана их способность участия в ОВР.

### ЗАДАНИЕ 10\*

Объясните, остатки каких аминокислот в структуре белковой молекулы, могут давать гликоконъюгаты?

Составьте формулы продуктов взаимодействия между соответствующими аминокислотами и остатками моносахаров (глюкозы и галактозы)



**Решение:**

### **ЗАДАНИЕ 11**

**По смыслу предложения, продумайте, какие слова необходимо включить в текст:**

1. Эпителиальные клетки животных продуцируют гликопротеины муцины. Эти гликопротеины являются основными компонентами \_\_\_\_\_ оболочек тканей. Муцины обеспечивают таким оболочкам \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, выполняют защитные функции тканей, например, предохраняют от протеолитического действия \_\_\_\_\_ и кишечного сока, участвуют в процессах минерализации, способны связывать патогены. Молекулярная масса муциновых комплексов достигает 20 Мда.

Компоненты выбора:

- слизистых
- влажность
- эластичность
- прочность
- желудочного

- ликвора

2. Присоединение углеводных цепей к полипептидам осуществляется посредством \_\_\_\_\_ связи. К настоящему времени выявлено несколько способов соединения моносахаридов с аминокислотами. Наиболее распространены два типа присоединения: \_\_\_\_\_ связь и \_\_\_\_\_ связь. Реже встречается соединение посредством S-гликозидной связи по остаткам \_\_\_\_\_ и C- гликозидной связи между остатками D- маннозы и триптофана

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.