

Лобаева Татьяна Александровна

Рабочая тетрадь-тренажер по биохимии

**для студентов специальности
"Сестринское дело"**



Москва, 2023

Татьяна Александровна Лобаева

Рабочая тетрадь- тренажер по биохимии

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=68843142

SelfPub; 2023

ISBN 978-5-532-91812-2

Аннотация

В сборнике представлены краткие сведения теоретического курса по биохимии, включая основные термины, формулы биоорганических соединений и их метаболитов, вопросы для самоконтроля, задачи и упражнения самостоятельной работы студентов, задания для текущей и итоговой аттестации, руководство по написанию реферата. Пособие соответствует требованиям ФГОС высшего профессионального образования по направлению подготовки 34.03.01 Сестринское дело (бакалавриат) и может быть использовано при организации и проведении аудиторных и дистанционных занятий по биохимии, а также для аттестации студентов данной специальности 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

Содержание

Предисловие к изданию	6
Автор	9
Требования к освоению дисциплины «Биохимия»	10
Введение в биохимию	16
Раздел I. Аминокислоты и простые белки.	33
Сложные белки. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Ферменты. Витамины. Гормоны	
Теоретический блок. Основные теоретические сведения и термины раздела	33
Аминокислоты	33
Белки и пептиды	36
Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты	42
Ферменты и коферменты	45
Витамины	53
Гормоны	57
Вопросы для самоконтроля	62
Ситуационные задачи с развёрнутым ответом	68
Задачи и упражнения для самостоятельного решения	73
Конец ознакомительного фрагмента.	78

Татьяна Лобаева

Рабочая тетрадь- тренажер по биохимии

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 автором 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 «Рабочая тетрадь-тренажер по биохимии» составлено на основе программы и УМК, используемых на кафедре биохимии им. академика Берёзова Т. Т. в соответствии с ФГОС высшего образования и рассчитано для использования в учебном процессе ВУЗов по направлению подготовки 34.03.01 Сестринское дело (бакалавриат).

Сборник включает материалы по 12 темам биохимии, сгруппированных в 3 крупных раздела в соответствии с порядком изучения материала и аттестации студентов:

- *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 уг-*

леводов.

- *Обмен липидов*
- *Обмен аминокислот и простых белков*
- *Обмен сложных белков*

Наполнение пособия составляют разноплановые учебно-методических материалы:

- *Основные теоретические сведения курса «Основы биохимии»*
- *Основные термины и формулы биоорганических соединений и их метаболитов*
- *Вопросы для самоконтроля*

- Упражнения и задачи
- Тесты
- Итоговые задания для самостоятельной работы

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.

Автор

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.

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 энзимодиагно-

стических исследований сыворотки крови.

По окончании курса «Биохимия» студенты должны владеть:

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

Список сокращений и условных обозначений, принятых в биохимии

АДФ – аденозиндифосфат

АлАТ – аланинаминотрансфераза

АМК – аминокислота

АМФ – аденозинмонофосфат

цАМФ – циклический АМФ

АПБ – ацилпереносящий белок

АсАТ – аспаратаминотрансфераза

АТФ – аденозинтрифосфат

АТФаза – аденозинтрифосфатаза

ГАМК – гамма-аминомасляная кислота

ГАФ – глицеральдегид-3-фосфат

ГДФ – гуанозиндифосфат

ГМФ – гуанозинмонофосфат

ГМГ-КоА —β-гидрокси-β-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 – липопротеины

ЛПВП – липопротеины высокой плотности

ЛПНП – липопротеины низкой плотности

ЛПОНП – липопротеины очень низкой плотности

МАГ – моноацилглицеролы

МАО – моноаминооксидаза

МДА – малоновый диальдегид

НАД⁺ – никотинамидадениндинуклеотид окисленный

НАДН(Н⁺) – никотинамидадениндинуклеотид восстанов-

ленный

НАДФ⁺ – никотинамидадениндинуклеотидфосфат окисленный

НАДФН(Н⁺) – 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

ФАДН₂ – 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

D_{оп} – оптическая плотность опытного образца

D_{ст} – оптическая плотность стандартного образца

D_к – оптическая плотность контрольного образца

D_х – оптическая плотность исследуемого образца

K_М – константа Михаэлиса

V_{max} – максимальная скорость реакции

SAM – S-аденозилметионин

Введение в биохимию

Биохимия – это фундаментальная наука, которая изучает состав, строение и свойства веществ, входящих в состав биологических систем, а также их превращения в процессе жизнедеятельности.

Главной задачей биохимии является установление связи между молекулярной структурой и биологической функцией химических компонентов организма.

Таблица 1.

Вещества в составе биосистем	
Органические	Неорганические
Аминокислоты и белки	Катионы (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} и др.)
Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты	Анионы (Cl^- , HCO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} и др.)
Витамины	
Гормоны	
Углеводы	
Липиды	
Бионеорганические (металлсодержащие белки и ферменты)	
(Кальмодулин, кальцитонин, пируваткарбоксилаза, аргиназа, холинэстераза, фосфоглюкомутаза, гемоглобин, пероксидаза, каталаза, трансферрин, аконитаза, тирозиназа, аминоксидаза, церулоплазмин, супероксиддисмутаза, карбоксипептидаза, алкогольдегидрогеназа, железосерные белки и др.)	

Для поэтапного изучения биохимии рекомендуется следовать логике данного пособия и выполнять задания от более простых к более сложным. Поэтому начнем изучение ма-

териала с повторения общей, органической и биоорганической химии.

Функциональные группы в структуре органических молекул:

Класс вещества	Функциональная группа	Общая формула	Состав соединений	
Галогенопроизводные	—Г (F, Cl, Br, I)	R—Г	$C_nH_{2n+1}Г$	
Кислородсодержащие*	Одноатомные спирты	—ОН	$C_nH_{2n+2}O$	
	Альдегиды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	$C_nH_{2n}O$
	Кетоны	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{---} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \backslash \\ \text{R}_2 \end{array}$	$C_nH_{2n}O$
	Карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	$C_nH_{2n}O_2$
	Простые эфиры	—O—	$\text{R}_1-\text{O}-\text{R}_2$	$C_nH_{2n+2}O$
	Сложные эфиры	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{R}_2 \end{array}$	$C_nH_{2n}O_2$
Азотсодержащие	Амины (первичные)	—NH ₂	$C_nH_{2n+3}N$	
	Нитросоединения	—NO ₂	$C_nH_{2n+1}NO_2$	
	Аминокислоты	$\begin{array}{c} -\text{NH}_2 \\ -\text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{NH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{R} \end{array}$	$C_nH_{2n+1}NO_2$

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, гидроксильрование, 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 кисло-

ты

ЗАДАНИЕ 1

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

Термин	Что означает данный термин ?	Пример
<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

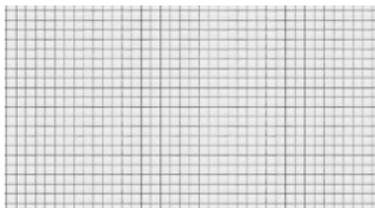
Перечислите все известные вам кислородсодержащие функциональные группы в структуре органических соединений:

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

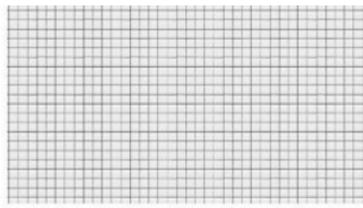


Предположите физические, химические и биологические свойства этого соединения:

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



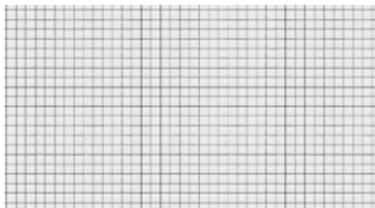
Название соединения:



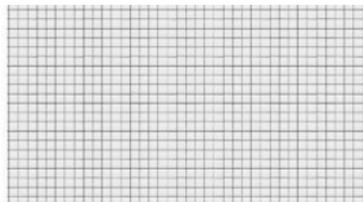
Название соединения:

Составьте 1–2 формулы формулы альдегидов из

предложенного списка и обведите в этих формулах альдегидную группу: ретиналь, пиридоксальфосфат,

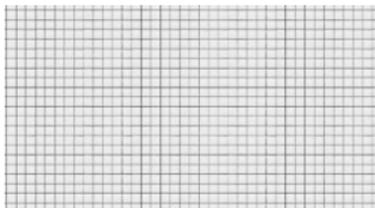


Название соединения:

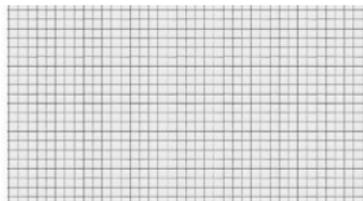


Название соединения:

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

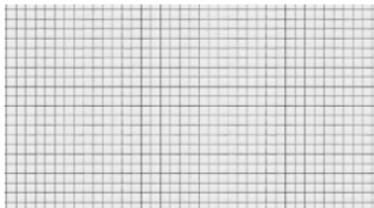


Название соединения:

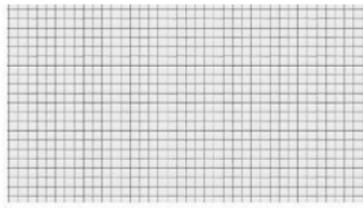


Название соединения:

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:

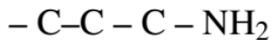


Название соединения:

ЗАДАНИЕ 3

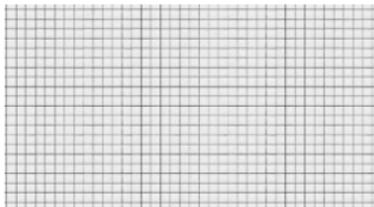
Перечислите все известные вам азотсодержащие функциональные группы в структуре органических соединений.

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

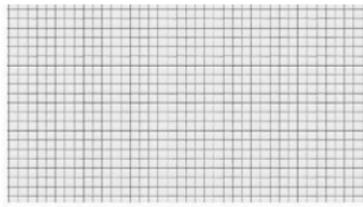


Предположите физические, химические и биологические свойства этого соединения:

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

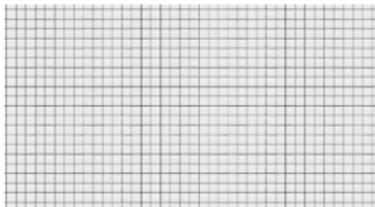
Перечислите все известные вам серосодержащие функциональные группы в структуре органических соединений.

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

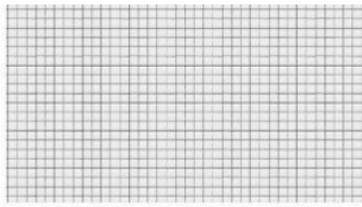


Предположите физические, химические и биологические свойства этого соединения:

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



Название соединения:

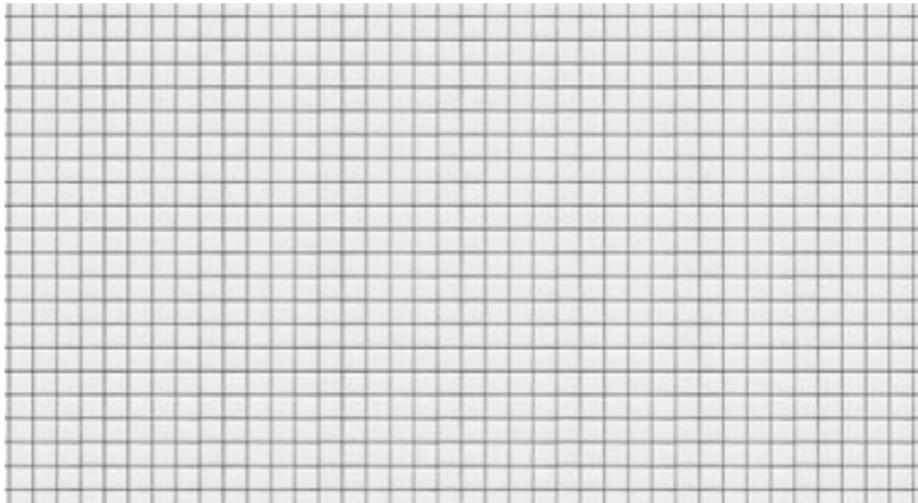


Название соединения:

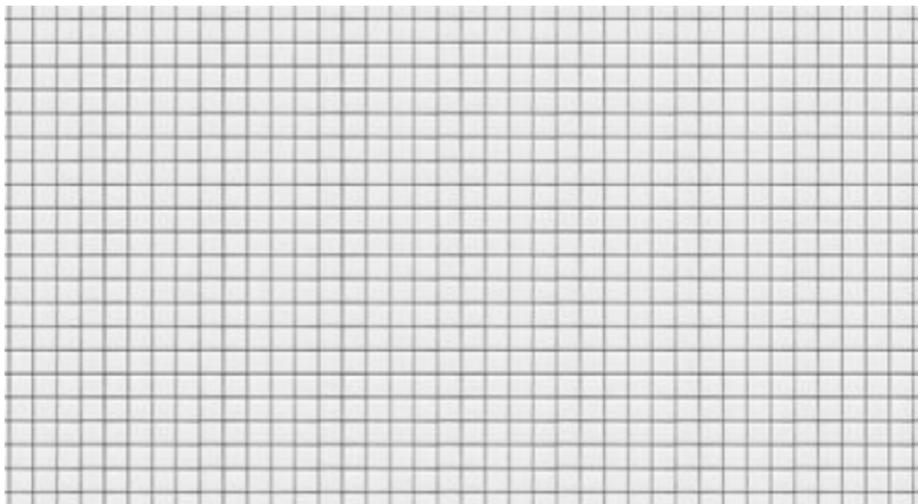
ЗАДАНИЕ 5

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

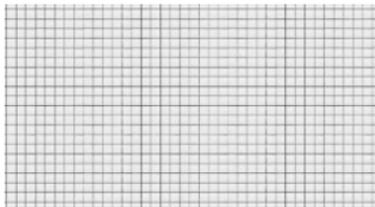
Соедините аминокислоту серин с фосфорной кислотой, покажите образованную формулу фосфосерина.



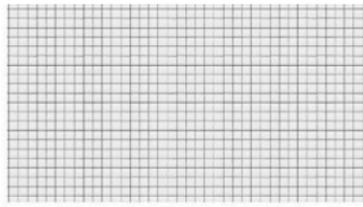
Составьте схему строения АТФ, выделив остатки фосфорной кислоты.



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:

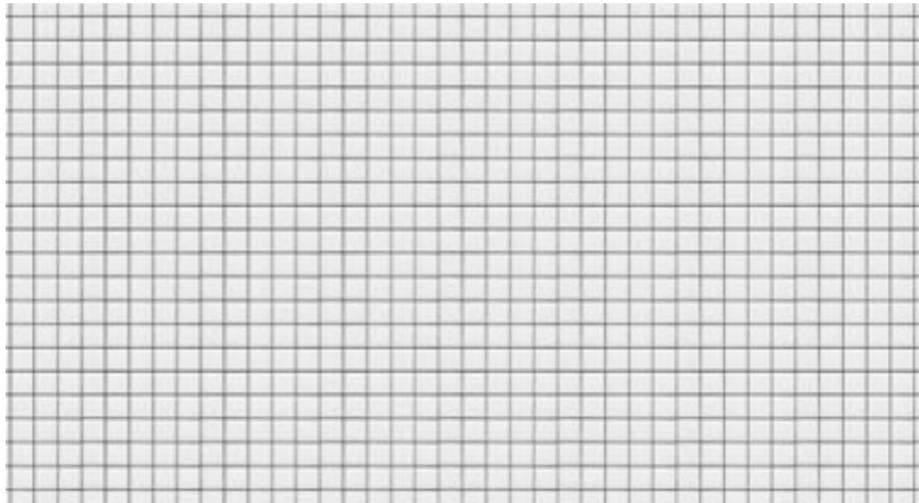


Название соединения:

ЗАДАНИЕ 6

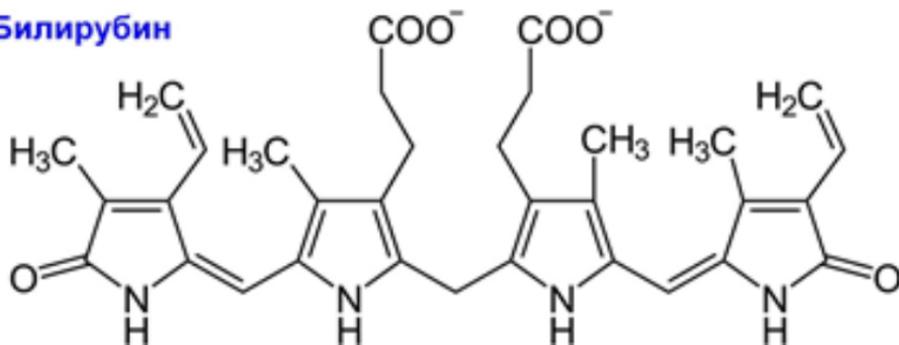
Перечислите все известные вам пятичленные гетероциклы.

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:

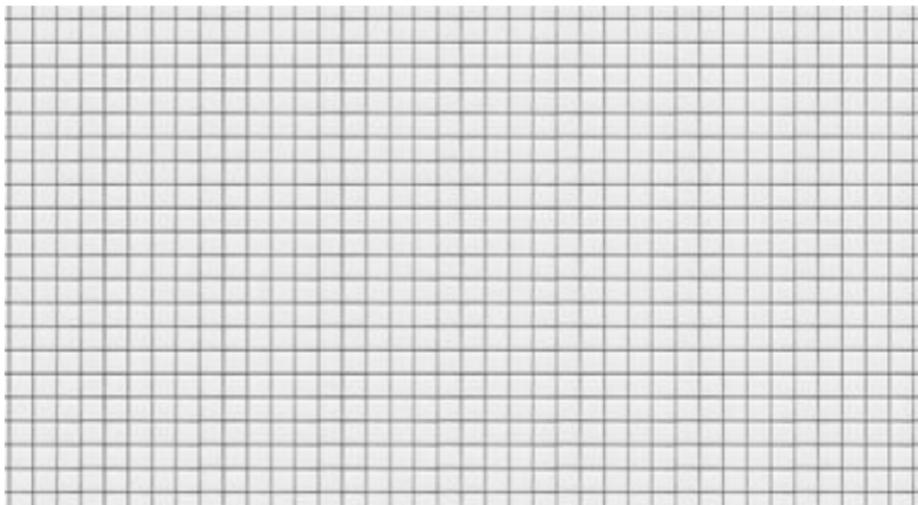
Билирубин



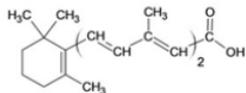
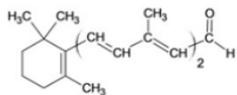
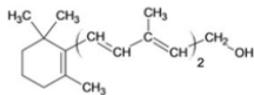
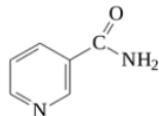
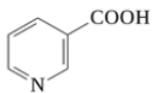
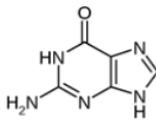
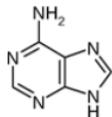
Перечислите все известные вам шестичленные гетероцик-

лы.

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 I. Аминокислоты и простые белки. Сложные белки. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Ферменты. Витамины. Гормоны

Теоретический блок. Основные теоретические сведения и термины раздела

Аминокислоты

Аминокислоты – это органические карбоновые кислоты, у которых, один атом водорода замещен на аминогруппу. Таким образом, аминокислоты содержат **карбоксильную группу (-COOH), аминогруппу (-NH₂), асимметричный атом углерода и боковую цепь (радикал – R)**. Именно строением боковой цепи аминокислоты и отличаются друг от друга.

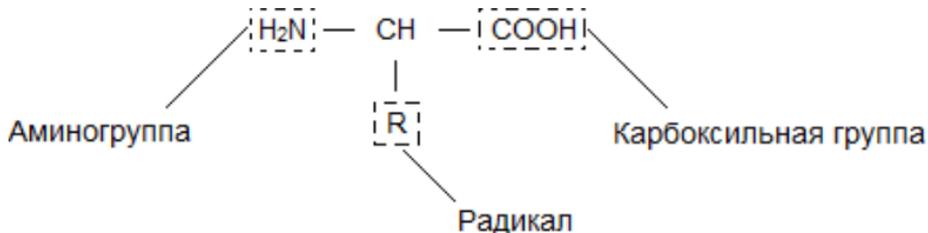


Рис. 1. Общий план строения аминокислот

Аминокислоты, кодируемые генетическим кодом и включающиеся в процессе трансляции в белки человека, называют *протеиногенными*. Таких аминокислот 20, часть из них может синтезироваться в организме человека (заменяемые аминокислоты), а часть поступает с пищей (незаменимые аминокислоты).

В основу современной классификации аминокислот положено химическое строение их радикалов. Согласно этой классификации протеиногенные аминокислоты делятся на 3 группы: гидрофобные, гидрофильные (незаряженные, отрицательно и положительно заряженные) и амфифильные.

Каждая аминокислота имеет не только своё название (тривиальное и химическое), но и принятое трехбуквенное сокращение, а также латинский однобуквенный символ: Ala Аланин (A), Leu Лейцин (L), Arg Аргинин (R), Lys Лизин (K), Asn Аспарагин (N), Met Метионин (M), Asp Аспарагиновая кислота (D), Phe Фенилаланин (F), Cys Цистеин (C), Pro Пролин (P), Gln Глутамин (Q), Ser Серин (S), Glu Глута-

мин. к-та (E), Thr Треонин (T), Gly Глицин (G), Trp Триптофан (W), His Гистидин (H), Tyr Тирозин (Y), Ile Изолейцин (I), Val Валин (V).

Таблица 2. Описание аминокислот

Аминокислота	Аббревиатура	Молекулярная масса	Изоэлектрическая точка
Глицин	Гли, Gly, G	75	5,97
Лизин	Лиз, Lys, K	146	9,74
Аспарагиновая кислота	Асп, Asp, D	133	2,77
Лейцин	Лей, Leu, L	131	5,98
Гистидин	Гис, His, H	155	7,59
Глутаминовая кислота	Глу, Glu, E	147	3,22

Следует отметить, что аминокислоты являются не только структурными элементами пептидов и белков, но и входят в состав других природных соединений (коферментов, конъюгированных желчных кислот, антибиотиков). Некоторые аминокислоты являются предшественниками биологически активных веществ (гормонов, биогенных аминов) или важнейшими метаболитами (глюконеогенез, биосинтез и деградация протеиногенных аминокислот, цикл мочевинообразования).

Таблица 3. Подходы к классификации аминокислот

Группа аминокислот	Описание
Алифатические	<i>в боковой цепи нет гетероатомов, циклических группировок; они обладают гидрофобными свойствами (валин, лейцин, изолейцин, аланин).</i>
Ароматические	<i>содержащие бензольное кольцо (фенилаланин, тирозин, триптофан).</i>
Гликогенные	<i>их безазотистые остатки используются для образования глюкозы (аланин, глицин, глутаминовая кислота и аспарагиновая кислота, серин и др.)</i>
Кетогенные	<i>в процессе метаболизма превращаются в ацетоацетат или ацетил-КоА (лейцин) и могут использоваться в синтезе кетонных тел.</i>
Заменяемые	<i>синтезируются в организме из незаменимых аминокислот или других соединений (аланин, серин, цистеин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глицин, пролин, тирозин).</i>
Незаменимые (эссенциальные)	<i>не синтезируются в организме и должны поступать с пищей (фенилаланин, триптофан, лизин, лейцин, изолейцин, треонин, аргинин, гистидин, валин и метионин).</i>
Непротеиногенные	<i>не входят в состав природных белков (β-аланин, орнитин, цитруллин).</i>
Протеиногенные	<i>кодируются генетическим кодом и включаются в белки в процессе трансляции.</i>

Белки и пептиды

Пептиды – это органические соединения, построенные из остатков аминокислот, соединенных с помощью пептидной связи. Пептиды, последовательность которых короче 10–20 аминокислотных остатков, могут также называться **олигопептидами**, при большей длине последовательности они называются **полипептидами**.

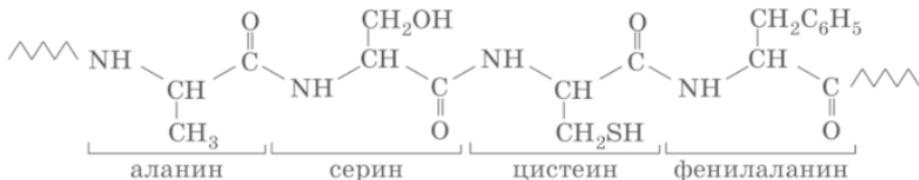


Рис. 2. Общий план строения пептида

Белками обычно называют полипептиды, содержащие 50 аминокислотных остатков и более.

Белки оставляют основу структурных элементов клеток и тканей, а также выполняют многообразные жизненно важные функции (транспортные, защитные, регуляторные, каталитические), обусловленные способностью за счет своей уникальной пространственной конфигурации распознавать другие молекулы и взаимодействовать с ними.

Полипептидная цепь состоит из остова (скелета), имеющего повторяющуюся последовательность и отдельных боковых цепей (радикалов). Последовательность аминокислот в цепи изображают, начиная с N-конца. Единственным отличием одних белков от других является сочетание радикалов, входящих в него.

Каждый белок характеризуется специфической аминокислотной последовательностью и индивидуальной пространственной структурой (конформацией).

Таблица 4. Уровни структурной организации белков

Группа аминокислот	Описание
Первичная структура	<i>последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи, соединенных пептидными связями</i>
Вторичная структура	<i>пространственное расположение полипептидной цепи, стабилизированное водородными связями между функциональными группами остатков аминокислот; Описаны такие регулярные структуры белков, как α-спираль и β-складчатая структура</i>
Третичная структура	<i>пространственная структура в виде глобулы или фибриллы, стабилизированная гидрофобными, дисульфидными, ионными и водородными связями за счет взаимодействия между радикалами аминокислот</i>
Четвертичная структура	<i>наличие нескольких полипептидных цепей (протомеров) в пространстве, объединенных с помощью гидрофобных, ионных и водородных взаимодействий</i>

Белки условно подразделяют на *простые* (при гидролизе образуют смесь аминокислот) и *сложные*, или *конъюгированные* (состоят из белкового и небелкового компонентов). В качестве небелковой части (простетической группы) сложных белков могут выступать различные химические соединения, что находит отражение в классификации данной группы биологических соединений.

Таблица 5. Подходы к классификации сложных белков

Группа сложных белков	Описание	Примеры белков
Хромопротеины	содержат окрашенную простетическую группу и делятся на гемопротеины и флавопротеины	гемоглобин, миоглобин, цитохромы, каталаза, пероксидаза ферменты класса оксидоредуктаз, содержащие производные рибофлавина
Нуклеопротеины	в качестве простетической группы содержат нуклеиновые кислоты - ДНК или РНК, что объясняет их участие в экспрессии генов и биосинтезе белка.	дезоксирибонуклеопротеины, рибонуклеопротеины
Липопротеины	имеют в качестве простетической группы липидный компонент, например триацилглицеролы (ТАГ), жирные кислоты, холестерин, фосфолипиды и отличаются друг от друга процентным содержанием белка и плотностью.	ЛПВП — липопротеины высокой плотности, ЛПНП — липопротеины низкой плотности, хиломикроны
Фосфопротеины	содержат в качестве простетической группы остаток фосфорной кислоты, могут участвовать в процессе эмбриогенеза. * Фосфорилирование и дефосфорилирование белков и ферментов — важный способ изменения их функциональной активности.	Казеиноген молока, Вителлин, Фосвитин куриного желтка
Гликопротеины	в качестве простетической группы выступает углевод	Гликоконъюгаты, к которым относят большинство белковых гормонов, антитела (иммуноглобулины), белки плазмы крови и молока, интерфероны, факторы комплемента, рецепторные белки.
Металлопротеины	представляют белки, содержащие в своей структуре ионы металла (железа, меди, кобальта, марганца, молибдена, цинка, магния, кальция и др.).	Ферритин, трансферрин, гемосидерин.

Большинство методов анализа белков и аминокислот связаны с физико-химическими свойствами последних, например, с наличием определенных функциональных групп, раз-

мером и формой молекул, подвижностью в электрическом поле, различным распределением в системе подвижной и неподвижной фазы при разных видах хроматографии, способностью к поглощению в ультрафиолетовой области спектра.

Таблица 6. Методы очистки и анализа белков и аминокислот

Метод	Описание
Вестерн-блоттинг (иммуноэлектроблоттинг, белковый блоттинг)	<i>это современный высокочувствительный аналитический метод, используемый для идентификации уникальных белков. В его основе лежит явление высокоспецифичного взаимодействия антиген-антитело; антигеном (мишенью) является определяемый белок, а зондом – антитело к нему.</i>
Диализ	<i>метод очищения коллоидных растворов и растворов высокомолекулярных веществ от низкомолекулярных примесей, основанный на свойствах некоторых мембран пропускать только вещества с малой молекулярной массой.</i>
Спектрофотометрия	<i>метод количественного и качественного анализа веществ, основанный на измерении их спектров поглощения или излучения путем сравнения с эталонным спектром; применяется в лабораторной практике.</i>
Хроматография	<i>метод разделения смеси веществ на фракции, основанный на распределении компонентов между подвижной (газ, жидкость) и неподвижной (твердое вещество) фазами.</i>
Центрифугирование	<i>метод разделения неоднородных смесей на составные части в зависимости от их плотности, в основе которого используется большая центробежная сила</i>
Электрофорез	<i>электрокинетическое явление перемещения заряженных частиц дисперсной фазы (коллоидных или белковых растворов) в дисперсной среде под действием внешнего электрического поля.</i>

Основные термины:

***α -Аминокислоты** – производные карбоновых (органических) кислот, у которых один из атомов водорода у α -угле-*

родного атома замещен на аминокгруппу

Белки – высокомолекулярные соединения, биополимеры, состоящие из остатков аминокислот, соединенных пептидными (амидными) связями, имеющие определённую структурную и пространственную организацию и обладающие различными функциями.

Изоэлектрическая точка (ИЭТ, pI) – значение pH среды, при котором суммарный заряд амфотерного соединения равен нулю

Полипептиды – биополимеры, содержащие от 10 до 50 аминокислотных остатков, связанных пептидными связями.

Посттрансляционная модификация – процесс образования функционально активных белков из синтезированных на рибосомах полипептидных цепей с использованием механизма частичного протеолиза (тримминга) и химической модификации аминокислотных радикалов (гидроксилирование, карбоксилирование, фосфорилирование, окисление и др.)

Фолдинг – процесс формирования третичной (трехмерной) пространственной структуры белка из полипептидной цепи при участии специфических белков-шаперонов.

Шапероны – группа белков, обеспечивающих правильную пространственную укладку полипептидной цепи в процессе посттрансляционной модификации, а также ренатурацию поврежденных белков и стабилизацию белков с неустойчивой конформацией

Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты – это биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Любой нуклеотид в своей структуре имеет 3 фрагмента:

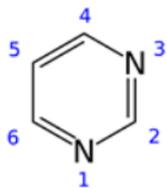
- 1) пуриновое или пиримидиновое азотистое основание;
- 2) остаток сахара-пентозы (рибозы или дезоксирибозы);
- 3) остаток фосфорной кислоты.

В зависимости от числа фосфатных групп различают нуклеозидмонофосфаты (например, АМФ, ГМФ), нуклеозиддифосфаты (УДФ, ЦДФ) и нуклеозидтрифосфаты (АТФ, УТФ); название нуклеотидов формируется в зависимости от азотистого основания и числа остатков фосфорной кислоты.

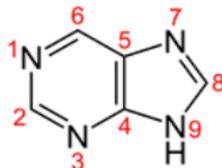
Нуклеиновые кислоты выполняют функцию хранения и передачи наследственной информации, а их структурные компоненты (нуклеотиды) входят в состав коферментов (НАД⁺, ФАД, КоА), являются макроэргическими соединениями (АТФ, УТФ, ЦТФ, ГТФ, ТТФ) и вторичными посред-

никами в передаче гормонального сигнала (цАМФ, цГМФ).

Гетероциклы, лежащие в основе структуры азотистых оснований:

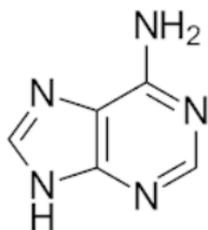


пиримидин

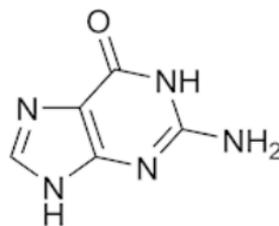


пури́н

К пуриновым азотистым основаниям относят **аденин (6-аминопури́н)** и **гуанин (2-амино-6-гидроксипури́н)**.



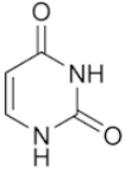
аденин



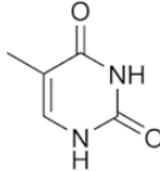
гуанин

К пиримидиновым азотистым основаниям относят **ура-**

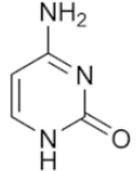
цил (2,4-дигидроксипиримидин), тимин (5-метилурацил; 2,4-дигидрокси-5-метилпиримидин), цитозин (4-амино-2-гидроксипиримидин).



Урацил



Тимин



Цитозин

Различают также **минорные азотистые основания**, которые представляют собой видоизмененные азотистые основания, отличающиеся по строению от аденина, гуанина, урацила и тимина; к ним относятся 5-оксиметилцитозин, дигидроурацил, псевдоурацил, 1-метилурацил, оротовая кислота, N⁶-метиладенин, N-метилгуанин, и др.

Основные термины:

Азотистые основания – общее название азотсодержащих гетероциклических органических соединений, входящих в состав нуклеозидов и нуклеотидов

Нуклеозиды – органические природные соединения, со-

стоящие из пиримидинового или пуринового основания, связанного N-гликозидной связью с остатком сахара пентозы

Нуклеотиды – природные или синтетические соединения, у которых гидроксильный остаток пентозы в составе нуклеозида этерифицирован одной или несколькими фосфатными группами

Нуклеиновые кислоты – природные органические соединения – биополимеры, мономерами которых являются мононуклеотиды, связанные 3,5 -фосфодиэфирной связью

Ферменты и коферменты

Ферменты (от лат. fermentum «закваска»), или энзимы – обычно сложные белковые соединения, РНК (рибозимы) или их комплексы, ускоряющие химические реакции в биологических системах. Ферменты являются биокатализаторами, т. е. ускоряют химические реакции в клетке.

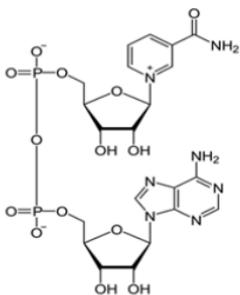
Проферментами зимогенами называют неактивные предшественники ферментов, которые могут активироваться через избирательное расщепление белковой молекулы, реакции фосфорилирования или дефосфорилирования, диссоциации, а также агрегации протомеров и др.

Поскольку все ферменты являются белками, то обладают всеми физико-химическими свойствами белков. По струк-

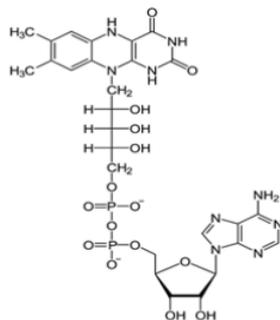
туре ферменты делятся на простые и сложные.

Простые ферменты состоят только из аминокислот – например, пепсин, трипсин, лизоцим. **Сложные ферменты (холоферменты)** имеют в своем составе белковую часть, состоящую из аминокислот – **апофермент**, и небелковую часть – **кофактор (коэнзим, кофермент)**.

С химической точки зрения, **кофермент** – это низкомолекулярное органическое соединение, являющееся составной частью сложного белка, обладающего каталитической активностью; большинство коферментов являются производными водорастворимых витаминов, а также нуклеозидов, пептидов и др.



Никотинамидадениндинуклеотид



Флавинадениндинуклеотид

Рис. 3. Структура важнейших коферментов (НАД и ФАД)

Все ферменты, изученные к настоящему времени, включены в особый каталог (классификация ферментов – КФ) и

имеют свой классификационный номер, в котором первая цифра указывает на принадлежность к одному из 7 классов ферментов:

- 1) оксидоредуктазы
- 2) трансферазы
- 3) гидролазы
- 4) лиазы
- 5) изомеразы
- 6) лигазы (синтетазы)
- 7) транслоказы

Таблица 7. Взаимосвязь витаминов и коферментов

Кофермент	Биологическая роль	Витамин-предшественник
Никотинамидадениндинуклеотид (НАД) Никотинамидадениндинуклеотид фосфат (НАДФ)	Перенос электронов и водорода	Ниацин (витамин РР)
Флавинадениндинуклеотид (ФАД)	Перенос электронов и водорода	Рибофлавин (витамин В ₂)
Коззим А (КоА)	Активация и перенос ацильных групп	Пантотеновая кислота (витамин В ₅)
Биотин	Связывание CO ₂	Биотин (витамин Н)
Пиридоксальфосфат ПФ	Перенос аминогрупп	Приридоксин (витамин В ₆)
Тетрагидрофолиевая кислота ТГФК	Перенос одноуглеродных фрагментов	Фолиевая кислота (витамин В ₉)

Принципиальная структура фермента включает:



а) активный центр фермента – это уникальная комбинация аминокислотных остатков белковой молекулы, участвующих в присоединении и превращении субстрата, формируется на уровне третичной структуры. В активном центре выделяют субстратсвязывающий (якорный) участок и каталитический участок.

б) аллостерический центр – участок фермента, расположенный вне активного центра и присоединяющий низкомолекулярный аллостерический эффектор.

Примерами **аллостерических эффекторов** являются низкомолекулярные лиганды, вызывающие изменение активности фермента вследствие их связывания в аллостерическом центре (НАД⁺, НАДН, АТФ, АДФ и др.).

Изучение ферментов (энзимов) выделено в отдельную науку – энзимологию. Все ферменты имеют белковую природу.

ду, чем объясняются их свойства (термолабильность, зависимость активности от рН среды, высокоспецифичное действие по отношению к реагирующим веществам – субстратам ферментативной реакции).

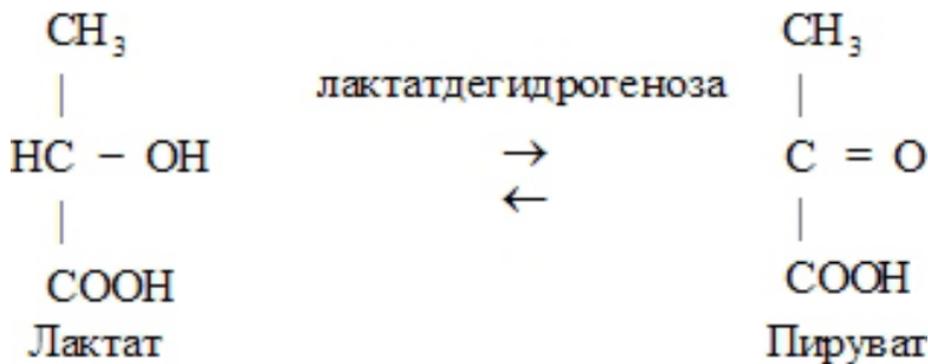


Рис. 4. Пример ферментативной реакции с участием оксидоредуктазы

Важнейшей характеристикой ферментативной реакции является **константа Михаэлиса** (K_M) – это величина, характеризующая сродство фермента к субстрату; численно равна концентрации субстрата, при которой скорость реакции составляет половину максимальной скорости (V_{\max}).

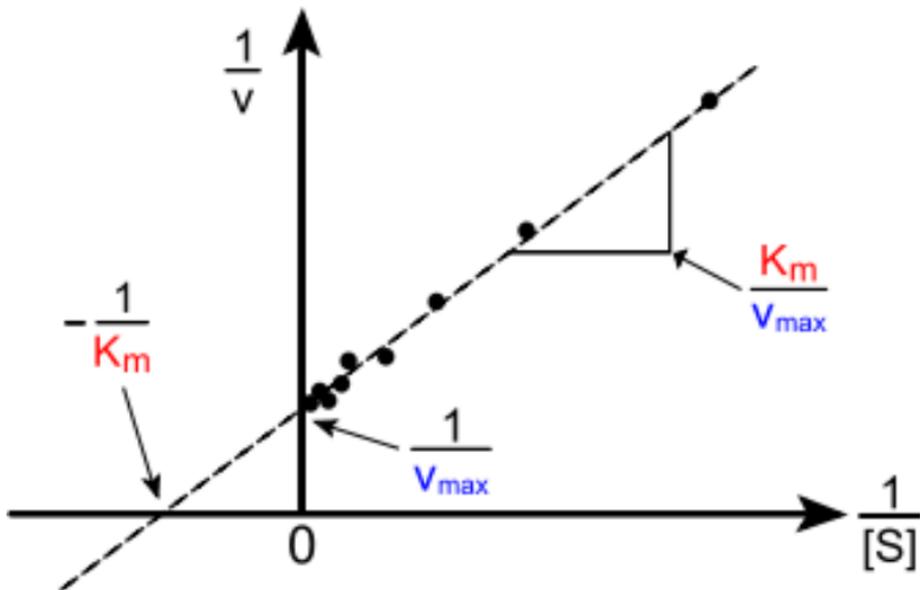


Рис. 5. Графическое изображение ферментативной реакции в обратных координатах

На активность фермента могут повлиять различные факторы. Существуют разные типы ингибирования ферментов.

Таблица 8. Типы ингибирования ферментов

Тип ингибирования	Механизм действия:
КОНКУРЕНТНОЕ	I связывается в активном центре и конкурирует с субстратом. $V_{i\max} = V_{\max}$; $K_{Mi} > K_M$
НЕКОНКУРЕНТНОЕ	I связывается вне активного центра. $V_{i\max} < V_{\max}$; $K_{Mi} = K_M$
БЕСКОНКУРЕНТНОЕ	I связывается не с E, а с комплексом ES. $V_{i\max} / K_{Mi} = V_{\max} / K_M$
СМЕШАННОЕ	I связывается в активном центре и вне его. V_{\max} и K_M уменьшаются независимо друг от друга.
	<i>Пояснение: E - фермент S - субстрат I - ингибитор V_{\max} - максимальная скорость ферментативной реакции K_M - константа Михаэлиса</i>

Конкурентное ингибирование – подавление скорости ферментативной реакции веществами, структурно сходными с субстратом. В этом случае, ингибитор связывается с активным центром фермента и вытесняется из него при повышении количества вступающего в реакцию субстрата; ингибирование характеризуется увеличением константы Михаэлиса (K_M) без изменения максимальной скорости реакции (V_{\max}).

Другой вариант – **неконкурентное ингибирование** – подавление скорости ферментативной реакции веществами, не имеющими структурного сходства с субстратом и связывающимися не с активным центром, а в аллостерическом центре. В данном случае, блокируется каталитическое превращение субстрата, поэтому снижается максимальная скорость реакции, а величина константы Михаэлиса (K_M) не меняется.

Активность ферментов выражается в каталах (количество фермента, которое превращает 1 моль субстрата за 1 с), а также в международных единицах (Е) (количество фермента, превращающего 1 мкмоль субстрата за 1 мин).

Помимо отдельных ферментов известны и **мультиферментные комплексы**: *пируватдегидрогеназный комплекс* (пируватдегидрогеназа, ПДК), превращающий пируват в ацетил-SКоА, *α -кетоглутаратдегидрогеназный комплекс* (в цикле трикарбоновых кислот) превращающий α -кетоглутарат в сукцинил-SКоА, комплекс под названием "*синтаза жирных кислот*" (или *пальмитатсинтаза*), синтезирующий пальмитиновую кислоту.

Основные термины:

Ферменты (энзимы) – биологические катализаторы белковой природы

Энзимодиагностика – направление медицины, которое осуществляет диагностику заболеваний, основанную на определении изменения активности ферментов (изоферментов) в биологических жидкостях и тканях

Энзимология – раздел биохимии, изучающий строение,

свойства и механизм действия ферментов

Энзимопатия – общее название патологических состояний, развивающихся вследствие отсутствия или изменения активности каких-либо ферментов (фенилкетонурия, гистидинемия, гликогенозы, галактоземия, липидозы, мукополисахаридозы).

Энзимотерапия – направление медицины, которое использует ферменты в качестве лекарственных препаратов

Витамины

Витамины – эссенциальные (жизненно важные) факторы питания человека и животных, необходимые для протекания разнообразных химических процессов в организме. Витамины участвуют в обмене веществ как в качестве коферментов – непосредственных участников ферментативных реакций (витамины группы В, витамин РР), так и в виде регуляторов отдельных процессов (витамины С, А, Е, К, D).

Провитамины – вещества, поступающие с пищей или синтезируемые в организме и являющиеся источником витаминов; например, из 7-дегидрохолестерола под влиянием ультрафиолетовых лучей образуется витамин D₃.

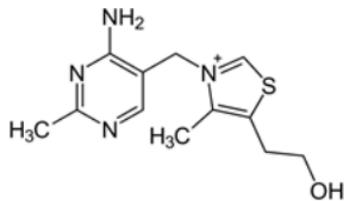
Классификация витаминов:

- **Жирорастворимые витамины:** А (ретинол), D (кальци-

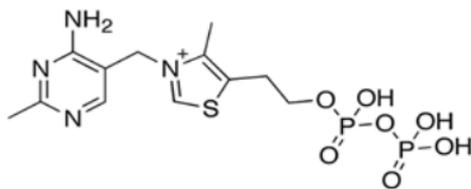
ферол), *E* (токоферол), *K* (нафтохинон), *F* (полиненасыщенные жирные кислоты).

• **Водорастворимые витамины:** *B*₁ (тиамин), *B*₂ (рибофлавин), *B*₃ = *PP* (никотинамид), *B*₅ (пантотеновая кислота), *B*₆ (пиридоксин), *B*₉ = *B*_С (фолиевая кислота), *B*₁₂ (цианкобаламин), *H* (биотин), *C* (аскорбиновая кислота).

• **Витаминоподобные вещества:** жирорастворимые – *Q* (убихинон), водорастворимые – *B*₄ (холин), *P* (биофлавоноиды), *BT* (карнитин), *B*₈ (инозит), *U* (*S*-метилметионин), *N* (липовая кислота), *B*₁₃ (оротовая кислота), *B*₁₅ (пангамовая кислота).



Тиамин



Тиаминпирофосфат

Рис. 6. Тиамин и его кофермент тиаминпирофосфат, синоним тиаминдифосфат (ТПФ, ТДФ)

Основным источником витаминов являются пищевые продукты растительного и животного происхождения, и лишь некоторые из них (фолиевая кислота, биотин, вита-

мин К) способны синтезироваться микрофлорой кишечника. При недостатке в организме того или иного витамина или нарушении его обмена (всасывания в кишечнике, транспорта кровью, превращения в кофермент) возникают состояния, называемые гиповитаминозами. Жирорастворимые витамины при увеличении дозы накапливаются и могут вызывать гипервитаминозы с рядом общих симптомов (потеря аппетита, расстройство ЖКТ, сильные головные боли, повышенная возбудимость нервной системы, выпадение волос, шелушение кожи) и со специфическими признаками. Яркая картина гипервитаминозов отмечается только для витаминов А и D.

Определение витаминов в продуктах питания, микробиологических средах, а также стандартизация препаратов витаминов представляют большой практический интерес.

План описания витамина:

- Химическое название, буквенное обозначение, классификационная характеристика (водорастворимый, жирорастворимый)
- Химическое строение (химическая формула витамина, составные части (подписать), активная форма витамина/ кофермент с формулами)
- Источники (в каких продуктах питания содержится)
- Суточная потребность

- Особенности метаболизма (всасывание, распределение, превращение)
- Биохимические функции (биологическая роль, механизм действия)
 - **названия ферментов, примеры биохимических реакций (не менее 2 реакций!)*
- Антивитамины (если они выявлены): названия и формулы
- Название и проявления гиповитаминоза и авитаминоза
 - **Гипервитаминозы (для вит D)*

Основные термины:

Витамины – незаменимые низкомолекулярные органические молекулы, разнообразные по химической структуре (производные азотсодержащих гетероциклов, изопреноиды, гидроксикислоты и др.), но имеющие высокую биологическую активность в организме вследствие образования активных форм или коферментов

Витаминоподобные вещества – группа условно незаменимых факторов питания, участвующих в отдельных биохимических и физиологических процессах, при их недостаточном поступлении с пищей не наблюдается развития патологических изменений

***Провитамины (предшественники витаминов)** – вещества, поступающие с пищей или синтезируемые в организме и являющиеся источником витаминов*

Гормоны

Гормоны – биологически активные вещества, синтезируемые в незначительных количествах эндокринными железами и клетками диффузно-эндокринной системы. Гормоны осуществляют гуморальную регуляцию обмена веществ и имеют различную химическую структуру. Уникальность гормональной регуляции обусловлена соподчинённостью работы желёз внутренней секреции, ауторегуляцией выработки гормонов и агонизмом-антагонизмом их действия относительно друг друга. Существует строгая иерархия или соподчиненность гормонов. Поддержание уровня гормонов в организме в большинстве случаев обеспечивает механизм отрицательной обратной связи (см. рисунок).

Согласно классификации по химическому строению различают 4 группы гормонов:

1. Гормоны – производные аминокислот

адреналин, норадреналин, тироксин, трийодтиронин.

2. Пептидные гормоны

адренкортикотропный гормон (АКТГ), соматотропный гормон, тиреотропный гормон (ТТГ), лактотропный гормон

(пролактин), лютеинизирующий гормон, фолликулостимулирующий гормон, меланоцитстимулирующий гормон, антидиуретический гормон (АДГ, вазопрессин), окситоцин, кальцитонин, паратгормон, инсулин, глюкагон.

3. Стероидные гормоны

кортизол, альдостерон, эстрадиол, прогестерон, тестостерон, кальцитриол.

4. Эйкозаноиды

простагландины, лейкотриены, тромбоксаны

Для проявления биологической активности гормона, обязательным условием является его взаимодействие с рецепторами. Существуют два основных механизма действия гормонов на уровне клетки: реализация эффекта через рецептор, расположенный на мембране и реализация эффекта через рецептор, расположенный внутри клетки.

Для реализации мембранного механизма важнейшую роль в клетке приобретают **вторичные посредники (мессенджеры)** – это внутриклеточные низкомолекулярные молекулы, регулирующие скорость метаболических процессов в клетке и образующиеся в ответ на связывание гормона с мембранным рецептором (ионы Ca^{2+} , 3,5 – цАМФ, 3,5 – цГМФ, инозитол-1,4,5-трифосфат, монооксид азота (NO)).

На практике, всегда следует учитывать возможные результаты взаимодействия совместной работы гормонов.

Синергизм – однонаправленное действие двух или нескольких гормонов. Например, адреналин и глюкагон активируют распад гликогена печени до глюкозы и вызывают увеличение уровня сахара в крови.

Антагонизм всегда относителен. Например, инсулин и адреналин оказывают противоположные действия на содержание глюкозы в крови. Инсулин вызывает гипогликемию, адреналин – гипергликемию. Биологическое же значение этих эффектов сводится к одному – улучшению углеводного питания тканей.

В медицинской практике гормональные препараты используют для лечения заболеваний желез внутренней секреции. Так, например, инсулин применяют для лечения диабета.

План описания гормона

- Химическое название, классификационная характеристика (липофильный, гидрофильный и др.)
- Химическое строение (химическая формула, составные части (подписать))
 - * для пептидных гормонов указывается – пептидный (количество аминокислотных звеньев)
- Особенности синтеза и секреции и биотрансформации (место синтеза, схема синтеза, регуляция синтеза и секреции, инактивация и выведение гормона)

- Биохимические функции

- а) механизм действия (схема или рисунок),

- б) мишени и эффекты)

- Описание гипofункции и гиперфункции эндокринной железы, синтезирующей данный гормон (названия заболеваний, основные симптомы)

Основные термины раздела:

***Гормоны** – группа органических веществ различного строения (пептиды, белки, стероиды), секретируемые в кровь эндокринными железами и специализированными клетками в крайне малых количествах и оказывающие регулирующее воздействие на метаболические процессы в организме*

***Нейромедиатор (нейротрансмиттер)** – химический посредник, освобождающийся из пресинаптического нервного окончания и передающий нервный импульс в синапсе постсинаптическому окончанию, мышечному волокну или железе, которые эти нервы иннервируют.*

Нейромедиаторы центральной нервной системы

- ацетилхолин,
- норадреналин,

- дофамин,
- серотонин,
- γ -аминомасляная кислота (ГАМК)

Нейромедиаторы периферической нервной системы

- ацетилхолин
- норадреналин

Рецептор – высокомолекулярное вещество (как правило гликопротеины), специфически связывающееся с конкретным лигандом. Выделяют два класса рецепторов – мембранные и ядерные.

Вопросы для самоконтроля

- Перечислите функции белков.
- Перечислите методы выделения и очистки белков из биообъектов.
- Дайте определение понятиям: высаливание, хроматография, электрофорез, кристаллизация.
- Перечислите физико-химические свойства аминокислот.
- Составьте формулы аминокислот, образующихся в результате постсинтетической химической модификации (оксилизин, селеноцистеин, γ -карбоксихлутаминовая кислота, 3,5-дидодтирозин).
- Перечислите химические реакции для открытия и определения аминокислот в гидролизатах белков.
- Перечислите физико-химические свойства белков.
- Дайте определение понятиям: денатурация, изоэлектрическая точка, изоионная точка, лактамная (кетонная) форма, лактимная (енольная) форма.
- Перечислите методы определения первичной структуры белков.
- Опишите вторичную структуру белка.
- Дать определение понятиям: протомер (мономер, субъединица), олигомер (мультимер), изофермент, комплементарность.

- Назовите примеры простых белков
- Приведите примеры природных пептидов.
- Опишите гемопротеины.
- Опишите флавопротеины.
- Опишите нуклеопротеины.
- Опишите липопротеины.
- Перечислите фосфопротеины.
- Дать определение понятиям: гликоконъюгаты, глико-биология, гликопатология, гликотерапия.
 - Опишите интерфероны и иммуноглобулины
 - Опишите трансферрин и гемосидерин.
 - Перечислите методы выделения нуклеиновых кислот из биообъектов.
 - Составьте формулы минорных нуклеотидов пуринового ряда (инозин, ксантин, гипоксантин, 7-метилгуанозин).
 - Перечислите минорные пиримидиновые основания.
 - Какова первичная структура нуклеиновых кислот?
 - Какова вторичная структура нуклеиновых кислот?
 - Дайте определение понятию «Фермент» (энзим).
 - Назовите области применения ферментов.
 - Дать определение понятиям: холофермент, простетическая группа, апофермент, кофермент, активный центр фермента, аллостерический центр, синзимы.
 - Приведите примеры изоферментов.
 - Опишите механизм действия ферментов.
 - Что такое энергия активации, константа диссоциации

фермент-субстратного комплекса, явление насыщения, константа Михаэлиса, уравнение Лайнуивера-Бэрка.

- Перечислите основные свойства ферментов.
- Что такое относительная и абсолютная специфичность ферментов?
- Приведите примеры стереохимической специфичности.
- Каковы типы ингибирования ферментов?
- Дайте определение понятиям: индуцированный синтез ферментов, конститутивные ферменты, летальный синтез, проферменты (зимогены), ингибирование по принципу обратной связи, ретроингибирование, активация предшественником, компартиментализация.
- Как рассчитать удельную активность фермента, молекулярную активность фермента?
- Какова международная классификация ферментов?
- Перечислите основные направления медицинской энзимологии.
- Дайте определение понятию «Липиды».
- Какова классификация липидов?
- Перечислите функции липидов.
- Дайте определение понятиям: «Жирная кислота», «Высшая жирная кислота».
- Приведите примеры диеновых и триеновых жирных кислот.
- Составьте формулу тетраеновой жирной кислоты.
- Составьте формулу триацилглицерола (ТАГ) с остатком

олеиновой, линолевой и пальмитиновой кислот.

- Напишите пример формулы липида из класса «Воски».
- Составьте общий план строения фосфолипидов.
- Составьте общий план строения сфинголипидов.
- Перечислите биологические функции глицерофосфолипидов.
- Перечислите биологические функции сфингофосфолипидов.
- Составьте формулу липида с остатком N-ацетилнейраминовой кислоты, дайте ему название.
- Перечислите стероидные соединения. Что является признаком стероидных соединений?
- Составьте формулу холестерина и дайте характеристику этому соединению.
- Составьте формулу желчной кислоты и её конъюгата, объясните биологическую роль желчных кислот.
- Дайте определение понятию «Витамины». Какова классификация витаминов?
- Перечислите методы определения витаминов в биожидкостях.
- Дайте характеристику витамину «Аскорбиновая кислота». Какими методами можно обнаружить этот витамин в биологических объектах?
- Дайте характеристику витамину «Тиамин» (строение витамина а кофермента, биологические функции, признаки авитаминозов, особенности применения в медицине).

- Опишите особенности химической структуры и биологические свойства рибофлавина.
- Опишите особенности химической структуры и биологические свойства цианокобаламина.
- Составьте описание особенностей структуры, биологической активности и признаков гипо- и авитаминоза для ретинола.
- Составьте описание особенностей структуры, биологической активности и признаков гипо- и авитаминоза для кальциферола.
- Составьте формулу НАД и покажите его переход из окисленной формы в восстановленную.
- Составьте формулу ФАД и покажите его переход из окисленной формы в восстановленную.
- Перечислите витаминоподобные соединения.
- Назовите известные вам антивитамины.
- Какова биологическая роль нижеперечисленных соединений: ПАБК, пангамовая кислота, инозитол, убихинон, S-метилметионин, липоевая кислот, холин
- Какова классификация гормонов?
- Дайте характеристику гормонов гипоталамуса.
- Дайте характеристику гормонов гипофиза.
- Дайте характеристику гормонов паращитовидных желез.
- Дайте характеристику гормонов щитовидной железы.
- Дайте характеристику гормонов поджелудочной железы.
- Дайте характеристику гормонов надпочечников.

- Дайте характеристику женских половых гормонов.
- Дайте характеристику мужских половых гормонов.
- Опишите структуру и биологические свойства простагландинов.
- Опишите аденилатциклазную мессенджерную систему.
- Опишите гуанилатциклазную мессенджерную систему.
- Опишите Ca^{2+} – мессенджерную систему.
- Опишите механизм действия на клетку адреналина.
- Опишите механизм действия на клетку инсулина.
- Опишите механизм действия на клетку тестостерона.
- Опишите типичное проявление авитаминоза (по выбору).
- Опишите типичное проявление гипофункции железы (по выбору).
- Опишите типичное проявление гиперфункции железы (по выбору).
- Что такое эйкозаноиды?
- Объясните биологические эффекты простагландинов, лейкотриенов и тромбоксанов.

Ситуационные задачи с развёрнутым ответом

Примеры задач с решением:

1. В лаборатории из токсина змей выделен трипептид. Установлено, что он состоит из трех незаменимых аминокислот, одна из которых серосодержащая со свободной сульфгидрильной группой, другая – гетероциклическая, производное индола, а третья – гидроксилсодержащая. Предложите химический состав этого трипептида.

Решение: Метионин-триптофан-треонин

2. Проводя химический анализ сывороточного белка альбумина, учеными было установлено, что в составе содержится 0,58 % аминокислоты триптофан (Трп), молекулярная масса белка составляет 204 г/моль. Рассчитайте минимальную молекулярную массу белка альбумина.

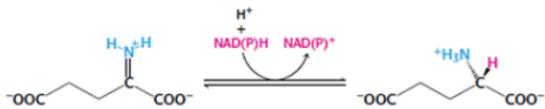
Решение: Молекулярная масса альбумина = $204 / 0,0058 = 35172$ г/моль.

3. Известно, что фермент уреазы, расщепляющий мочевины, повышает скорость гидролиза мочевины при рН 8,0 и 20 °С в 10^{14} раз. Если данное количество уреазы полностью гидролизует данное количество мочевины за 5 минут, то, рассчитайте, сколько времени потребуется на гидролиз без уреазы?

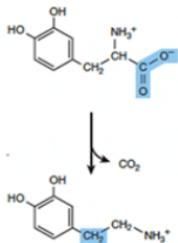
Решение: 5×10^{14} минут

4. Определите класс ферментов по схемам химических реакций, напишите номер класса по международной классификации ферментов:

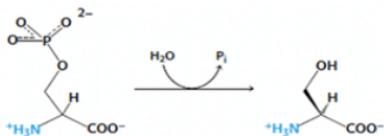
a)



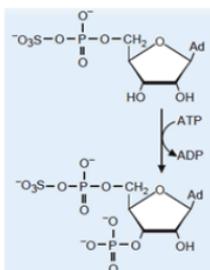
b)



B)



г)



Ответы: а) оксидоредуктазы (1 класс); б) лиазы (4 класс); в) гидролазы (3 класс); г) трансферазы (2 класс).

5. При обследовании женщины в последний триместр беременности выяснилось, что у нее появились боли в костях. Биохимический анализ крови выявил увеличение содержания **кальция**, снижение концентрации фосфора и повышенную активность фермента **щелочная фосфатаза**. Предположите, о нарушениях какого витамина указывает данная клиническая картина? Какое лечение должен назначить женщине акушер-гинеколог? Профилактику какой патологии должен проводить (особенно тщательно) педиатр у ребенка этой женщины после родов?

Решение: описан гиповитаминоз D. Врач педиатр должен проводить профилактику рахита.

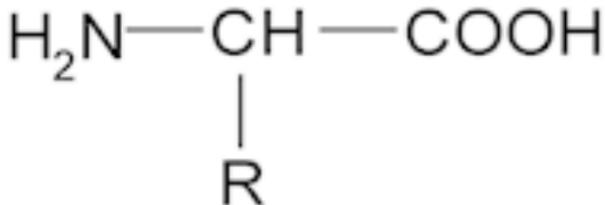
6. Дайте развернутый ответ на вопрос: почему при введении гормона глюкагона гипергликемия возникает быстро и длится недолго, а при введении другого гормона – кортизола она развивается через несколько часов и долго сохраняется.

Решение: Гормон глюкагон вызывает гипергликемию в результате усиления распада гликогена печени и усиления глюконеогенеза. Этот эффект глюкагона осуществляется путем запуска химической модификации (фосфорилирования) ключевых ферментов данных процессов. Кортизол усиливает глюконеогенез путем усиления синтеза ключевых ферментов (биосинтез белка), а этот процесс требует большего времени.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

ЗАДАНИЕ 1

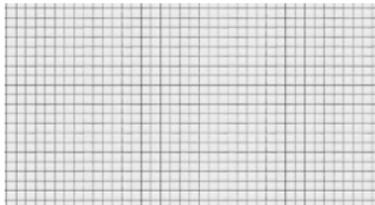
Перед вами общий план строения α -аминокислот:



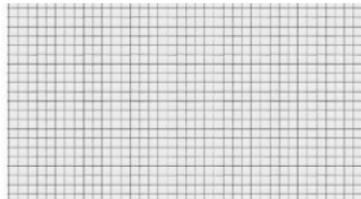
Составьте формулы простейших аминокислот, в которых:

- а) $\text{R} = -\text{H}$,
- б) $\text{R} = -\text{CH}_3$

Дайте химические и тривиальные названия полученных аминокислот.

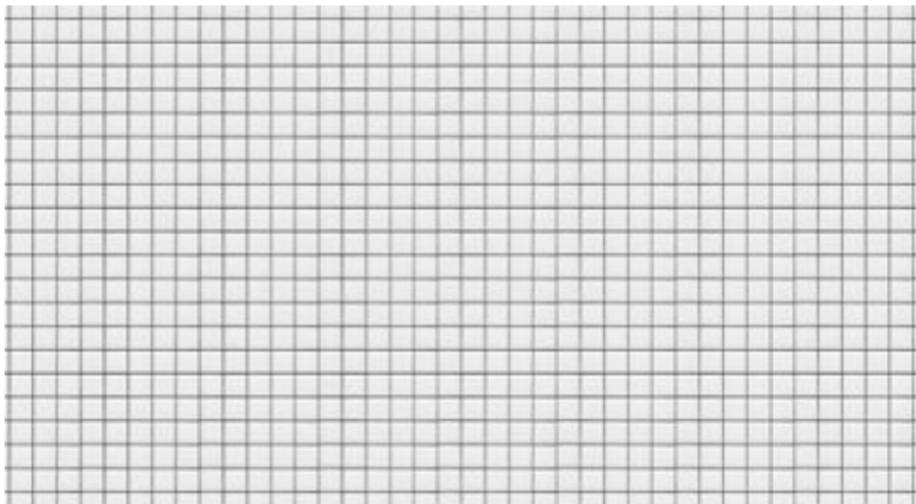


Название соединения:



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?

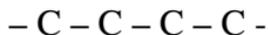


Пояснение:

ЗАДАНИЕ 2

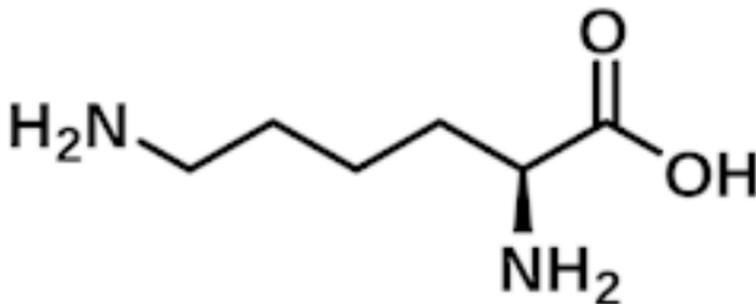
Допишите формулу аминокислоты, в которой имеется 4 атома углерода, аминогруппа находится в γ -положении. Дайте химическое название полученной аминокислоте и предположите ее биологические свойства.

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 (α), бета (β) и другие положения. Дайте оценку суммарного заряда лизина при $\text{pH} = 7,0$; $2,0$ и $13,0$. С чем связано изменение заряда лизина при изменении pH ?

Решение:

ЗАДАНИЕ 4

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:

$$\text{pI} = \frac{\text{pK}_{a1} + \text{pK}_{a2}}{2}$$

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 силь-

нокислого (например, $\text{pH} = 1,5$) и сильнощелочного (например, $\text{pH} = 13,0$)?

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.