



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



Медицинский класс

В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ

МЕДИЦИНСКОЕ
НАПРАВЛЕНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП

МОСКВА
2025





ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ РАЗРАБОТАНЫ:

**Ермолаев Александр Геннадьевич, к.м.н., доцент, доцент кафедры
биологии им. акад. В.Н. Ярыгина ИБПЧ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И.**

Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

**Славинская Наталья Владиславовна, к.б.н., преподаватель
Медицинского Сеченовского Предуниверсария Института
профильного обучения «Импульс» ФГАОУ ВО Первый МГМУ им.**

И.М. Сеченова

Минздрава России (Сеченовский Университет)

**Ходарев Дмитрий Вячеславович, к.х.н., преподаватель Медицинского
Сеченовского Предуниверсария Института профильного обучения
«Импульс» ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова**

Минздрава России (Сеченовский Университет)

Спецификация экзаменационных материалов
Теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний
«Интеллектуальный мегаполис. Потенциал»,
в номинации «Медицинский класс», 2025-2026 учебный год.

1. Назначение конкурсных материалов

Материалы теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал», в номинации «Медицинский класс», (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня теоретической подготовки участников Конкурса.

2. Условия проведения

Теоретический этап Конкурса проводится в очном дистанционном формате с использованием технологии прокторинга. Участникам необходимо иметь компьютер (ПК или ноутбук; прохождение диагностики на мобильных устройствах - невозможно) с выходом в Интернет, веб-камерой и микрофоном, а также смартфон (или планшет) со стабильным интернетом и приложением для считывания QR-кодов.

Требуется предварительная настройка оборудования:
https://im.mcko.ru/docs/Инструкция_для_участника_конкурса_Интеллектуальный_мегаполис_Потенциал.pdf. Браузер разрешается использовать только для прохождения заданий этапа и процедуры прокторинга.

3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий теоретического этапа Конкурса отводится 60 минут. Во время проведения мероприятия участник может выйти из зоны проведения мероприятия не более чем на 5 минут, предупредив проктора на камеру. Мероприятие не продлевается на время отсутствия участника.

4. Содержание и структура

Индивидуальный вариант участника включает 15 заданий, базирующихся на содержании предметов «Биология» и «Химия».

5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов.

6. Приложения

1. План конкурсных материалов для проведения теоретического этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса.

Приложение 1.

План конкурсных материалов теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал», в номинации «Медицинский класс», в 2025-2026 учебном году.

№ задания	Выбор задания для решения	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1-15	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (3.1, 4.1-4.4, 5.1-5.5, 6.1-6.6)	Знать: строение и функции клеток, клеточную теорию, методы цитологии, процессы ассимиляции и диссимиляции, энергетический обмен, межмолекулярные и внутримолекулярные химические связи, классификацию биоорганических веществ клетки, понятие о мономерах и полимерах в биологических системах.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (6.4, 7.1, 12.1-12.4) Химия 10 класс, углубленный уровень (1.5)	Знать: строение и функции важнейших биополимеров (нуклеиновые кислоты, пептиды, белки, полисахариды), строение нуклеозидов и нуклеотидов, макроэргические вещества клетки, строение хроматина, виды изменчивости. Уметь: различать и характеризовать реакции матричного синтеза, транскрипцию, трансляцию, мутации, фенотип.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (4.2-4.3, 5.1-5.5, 6.4-6.5, 7.1, 11.6, 12.4, 13.4) Химия 10 класс, углубленный уровень (1.5)	Знать: строение хромосомы, методы изучения генетики человека, важнейшие физико-химические, физические и биологические методы анализа, используемые в современной биологии и медицине, изменчивость, наследственные заболевания человека, дородовую диагностику плода, медико-генетическое консультирование. Уметь: оценивать кариотип на наличие хромосомных и геномных мутаций.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (11.1, 11.4, 11.5-11.6)	Знать: понятия генотип, фенотип, аллельные гены, генетика пола, множественный аллелизм, плейотропное действие генов, взаимодействие аллельных генов. Уметь: решать задачи на моногибридное скрещивание, аутосомное и сцепленное с полом наследование.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.

-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (11.2-11.6, 12.2-12.3)	Знать: понятия генотип, фенотип, плейотропия, множественный аллелизм, принципы картирования хромосом, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов. Уметь: решать задачи на независимое и сцепленное наследование генов, дигибридное скрещивание.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (7.1-7.3, 9.1-9.4)	Знать: способы размножения организмов, клеточный цикл, события интерфазы, митоза, мейоза, кроссинговер и его значение, комбинативную изменчивость, гаметогенез у человека, оплодотворение и эмбриональное развитие, экологические последствия неграмотного применения органических веществ.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: простейших, паразитов и комменсалов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем. Уметь: идентифицировать простейших, паразитов и комменсалов человека на рисунках и фотографиях.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: Плоских и Круглых червей, паразитов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем. Уметь: идентифицировать Плоских и Круглых червей, паразитов человека на рисунках и фотографиях.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функции тканей человека, органов и систем органов человека, строение кожных покровов и их производные, понятие иммунитет, его виды (клеточный, гуморальный, специфический, неспецифический), гомеостаз. Уметь: идентифицировать ткани и органы человека на рисунках и фотографиях.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование пищеварительной системы человека, гидролиз, особенности гидролиза биологических соединений.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.

				Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование дыхательной и мочевыделительной систем человека. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование опорно-двигательной системы человека, строение и типы соединения костей, скелетные мышцы, их строение и работу, роль микроэлементов и ультрамикроэлементов в составе биологических систем. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование кровеносной системы человека, работу сердца, лимфоотток, электролиты и неэлектролиты, важнейшие катионы и анионы биологических систем. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: определение рефлекса и рефлекторной дуги, строение и функционирование нервной системы человека, железы эндокринной системы и их гормоны, действие гормонов, принципы работы гипоталамо-гипофизарной системы, нервную и гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
	-	Повышенный	Химия 10 класс, углубленный уровень (1.1-1.7)	Знать: строение и свойства органических соединений, основные типы химических реакций, протекающих с их участием и их характеристики.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
					60

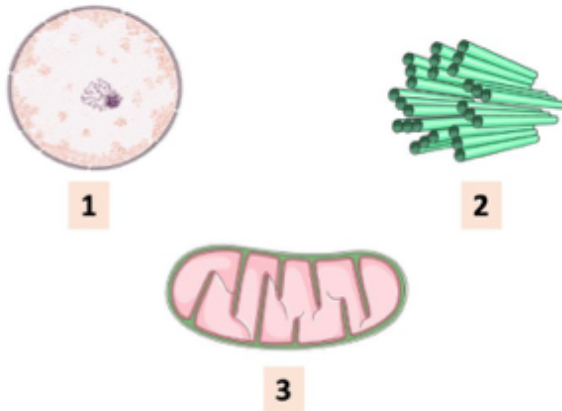
Изменения в 2025-2026 учебном году

- Задания внутри варианта могут быть перемешаны в случайном порядке

**Демоверсия теоретической части конкурса
2025-2026 учебного года**

Знать: строение и функции клеток, клеточную теорию, методы цитологии, процессы ассимиляции и диссимиляции, энергетический обмен, межмолекулярные и внутримолекулярные химические связи, классификацию биологических веществ клетки, понятие о мономерах и полимерах в биологических системах.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Хроматин содержит структура, обозначенная цифрой		Межмембранное пространство отсутствует в структуре, обозначенной цифрой		Трансляция мРНК происходит в структуре, обозначенной цифрой	
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
		4	Присутствует во всех		

Ответ:	А	Б	В
	1	2	3

Обратите внимание:
 Сходство и различие про- и эукариот;
 Мембранные/немембранные органоиды;
 Функции органоидов;
 Клеточная теория;
 Методы микроскопии (электронные микрофотографии) Виды химических связей: пептидные, водородные, фосфодиэфирные.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – ядро клетки, 2 – центриоль клеточного центра, 3 – митохондрию.

В части А: хроматин – комплекс ДНК и гистоновых белков, расположен в ядре клетки. Ответ: 1.

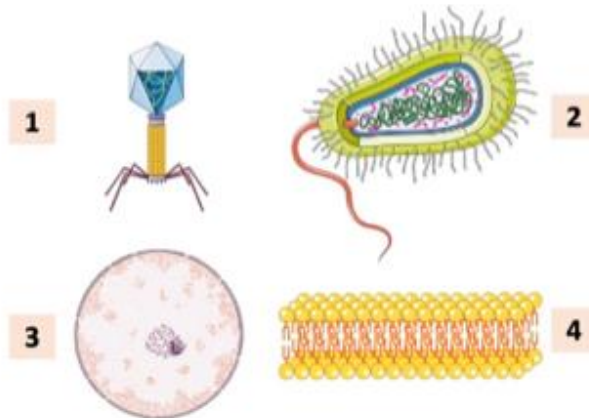
В части Б: ядро клетки и митохондрия имеют двумембранное строение, соответственно у них имеется межмембранное пространство. Центриоль клеточного центра имеет немембранное строение и межмембранное пространство в данной структуре отсутствует. Ответ: 2.

В части В: трансляция мРНК - этап синтеза белка, который происходит на рибосомах. Из представленных структур, рибосомы содержатся в митохондриях. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неверная идентификация изображений органоидов и типов клеток; неверное соотнесение органоидов и выполняемых ими функций.

Знать: строение и функции клеток, клеточную теорию, методы цитологии, процессы ассимиляции и диссимиляции, энергетический обмен, межмолекулярные и внутримолекулярные химические связи, классификацию биоорганических веществ клетки, понятие о мономерах и полимерах в биологических системах.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Неклеточная форма жизни обозначена цифрой		Структура, обозначенная цифрой 4, образует межмембранное пространство в структуре, обозначенной цифрой		Структура, изображенная под цифрой 4, образована	
1	1	1	1	1	Аминокислотами
2	2	2	2	2	Фосфолипидами
3	3	3	3	3	Нуклеиновыми кислотами
4	4			4	Полисахаридами

Ответ:	А	Б	В
	1	3	2

Обратите внимание:
 Сходство и различие про- и эукариот;
 Мембранные/немембранные органоиды;
 Функции органоидов;
 Клеточная теория;
 Методы микроскопии (электронные микрофотографии) Виды химических связей: пептидные, водородные, фосфодиэфирные.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – вирус (вирион), 2 – прокариотическая клетка, 3 – ядро клетки, 4 – биологическая мембрана.

В части А: неклеточное строение имеет вирус. Ответ: 1.

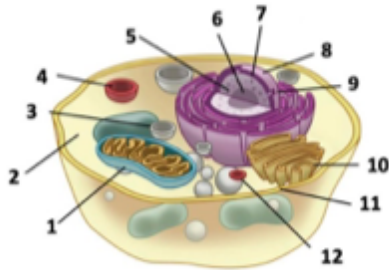
В части Б: двумембранное строение имеет ядро, соответственно, между мембранами имеется межмембранное пространство. Ответ: 3.

В части В: основу биологической мембраны составляют фосфолипиды. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неверная идентификация изображений органоидов и типов клеток; неверное соотнесение органоидов и выполняемых ими функций.

Знать: строение и функции клеток, клеточную теорию, методы цитологии, процессы ассимиляции и диссимиляции, энергетический обмен, межмолекулярные и внутримолекулярные химические связи, классификацию биоорганических веществ клетки, понятие о мономерах и полимерах в биологических системах.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Двумембранное строение имеет структура, обозначенная цифрой		Сборка немембранных органоидов, образующих полисома, осуществляется в структуре под номером		Положение клеточной теории, сформулированное Рудольфом Вирховым	
1	1	1	2	1	Клетка – единица строения организма
2	4	2	4	2	Болезни связаны с патологическими процессами, протекающими в клетке
3	10	3	6	3	Клеткообразование лежит в основе роста организма
4	11	4	10	4	Клетка – структурно-функциональная единица всего живого

Ответ:	А	Б	В
	1	3	2

Обратите внимание:

Сходство и различие про- и эукариот;
Мембранные/немембранные органоиды;
Функции органоидов;
Клеточная теория;
Методы микроскопии (электронные микрофотографии) Виды химических связей: пептидные, водородные, фосфодиэфирные.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – митохондрия, 2 – цитоплазма (гиалоплазма), 4 – лизосома, 6 – ядрышко, 10 – комплекс Гольджи, 11 – цитоплазматическая мембрана.

В части А: двумембранное строение имеет митохондрия. Ответ: 1.

В части Б: полисома – мРНК одновременно транслируемая несколькими рибосомами. Сборка немембранных структур рибосом происходит в ядрышке. Ответ: 3.

В части В: Р. Вирхов, будучи патологом дополнил клеточную теорию информацией о том, что болезни являются результатом изменений в клетках. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неверная идентификация изображений органоидов и типов клеток; неверное соотнесение органоидов и выполняемых ими функций.

Знать: строение и функции важнейших биополимеров (нуклеиновые кислоты, пептиды, белки, полисахариды), строение нуклеозидов и нуклеотидов, макроэргические вещества клетки, строение хроматина, виды изменчивости.

Уметь: различать и характеризовать реакции матричного синтеза, транскрипцию, трансляцию, мутации, фенотип.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
На рисунке представлен процесс	Фермент, разрушающий водородные связи, обозначен цифрой	Фермент ДНК-полимераза обозначен
1 Мутирования	1 1	1 Липидами
2 Денатурации	2 2	2 Аминокислотами
3 Транскрипции	3 3	3 Углеводами
4 Трансляции	4 4	4 Нуклеотидами
5 Репликации	5 5	

Ответ:	А	Б	В
	5	1	2

Обратите внимание:

Строение рибо- и дезоксирибонуклеотида;
Транскрипция и трансляция, их участники;
Структуры белка;
Генные мутации: со сдвигом и без сдвига рамки считывания;
Последствия генных мутаций для белковой молекулы;
Репликация;
Компактизация ДНК;
Хроматин.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – геликаза, 2 и 5 – ДНК-полимераза, 3 – вновь синтезированная цепь ДНК, 4 – материнская цепь ДНК.

В части А: изображен синтез новых цепей ДНК на основе материнских – процесс репликации. Ответ: 5.

В части Б: разрывает водородные связи фермент геликаза. Ответ: 1.

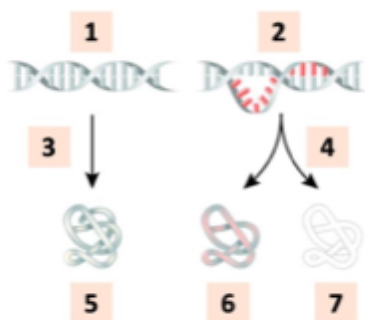
В части В: фермент ДНК-полимераза имеет белковую природу, а белки состоят из аминокислот. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неверная идентификация молекул ДНК, РНК и белков. Неверная идентификация химических связей в нуклеиновых кислотах (водородных и фосфодиэфирных), а также макроэргических связей в АТФ. Неверная идентификация типа мутаций.

Знать: строение и функции важнейших биополимеров (нуклеиновые кислоты, пептиды, белки, полисахариды), строение нуклеозидов и нуклеотидов, макроэргические вещества клетки, строение хроматина, виды изменчивости.

Уметь: различать и характеризовать реакции матричного синтеза, транскрипцию, трансляцию, мутации, фенотип.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Цифрой 1 обозначена молекула	Молекула, обозначенная цифрой 2, отличается от молекулы, обозначенной цифрой 1, наличием	Молекула, обозначенная цифрой 5, отличается от молекулы, обозначенной цифрой 6,
1 РНК	1 Генной мутации	1 Последовательностью нуклеотидов
2 ДНК	2 Хромосомной мутации	2 Последовательностью азотистых оснований
3 Белок	3 Геномной мутации	3 Последовательностью аминокислот
		4 Последовательностью сахаров

Ответ:	А	Б	В
	2	1	3

Обратите внимание:

Строение рибо- и дезоксирибонуклеотида;
Транскрипция и трансляция, их участники;
Структуры белка;
Генные мутации: со сдвигом и без сдвига рамки считывания;
Последствия генных мутаций для белковой молекулы;
Репликация;
Компактизация ДНК;
Хроматин.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – не измененная молекула ДНК, 2 – измененная (мутантная) молекула ДНК, 3 и 4 – процессы транскрипции и трансляции, 5 – не измененный белок, 6 – белок, с измененной последовательностью аминокислот, 7 – отсутствие синтеза белка.

В части А: информация о последовательности аминокислот в полипептиде закодирована в молекуле ДНК. Ответ: 2.

В части Б: отличие молекулы 1 от молекулы 2, учитывая, что это молекулы ДНК – измененная последовательность нуклеотидов – генная мутация. Ответ: 1.

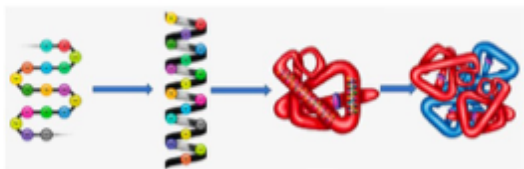
В части В: отличие молекулы 5 от молекулы 6, учитывая, что это молекулы белка – измененная последовательность аминокислот. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неверная идентификация молекул ДНК, РНК и белков. Неверная идентификация химических связей в нуклеиновых кислотах (водородных и фосфодиэфирных), а также макроэргических связей в АТФ. Неверная идентификация типа мутаций.

Знать: строение и функции важнейших биополимеров (нуклеиновые кислоты, пептиды, белки, полисахариды), строение нуклеозидов и нуклеотидов, макроэргические вещества клетки, строение хроматина, виды изменчивости.

Уметь: различать и характеризовать реакции матричного синтеза, транскрипцию, трансляцию, мутации, фенотип.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Мономерами изображённой молекулы являются		На рисунке показан процесс		Мономеры представленной молекулы являются	
1	Углеводы	1	Фолдинг	1	Кислотами
2	Глицерин и жирные кислоты	2	Денатурация	2	Солями
3	Нуклеотиды	3	Трансляция	3	Щелочами
4	Аминокислоты	4	Сплайсинг	4	Амфотерными соединениями

Ответ:	А	Б	В
	4	1	4

Обратите внимание:

Строение рибо- и дезоксирибонуклеотида;
Транскрипция и трансляция, их участники;
Структуры белка;
Генные мутации: со сдвигом и без сдвига рамки считывания;
Последствия генных мутаций для белковой молекулы;
Репликация;
Компактизация ДНК;
Хроматин.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – первичная структура белка, 2 – вторичная структура белка, 3 – третичная структура белка, 4 – четвертичная структура белка.

В части А: мономерами белков являются аминокислоты. Ответ: 4.

В части Б: процесс формирования белком пространственной структуры называется фолдинг. Ответ: 1.

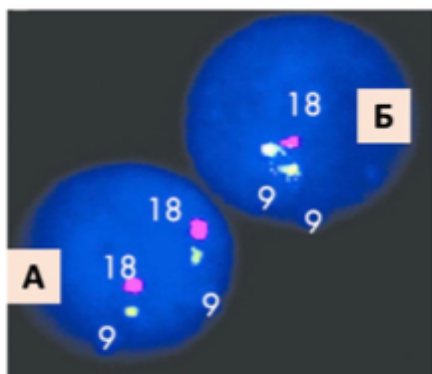
В части В: аминокислоты – амфотерные соединения, так как они содержат две функциональные группы: карбоксильную, проявляющую кислотные свойства, и аминогруппу, проявляющую основные свойства. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неверная идентификация молекул ДНК, РНК и белков. Неверная идентификация химических связей в нуклеиновых кислотах (водородных и фосфодиэфирных), а также макроэргических связей в АТФ. Неверная идентификация типа мутаций.

Знать: строение хромосомы, методы изучения генетики человека, важнейшие физико-химические, физические и биологические методы анализа, используемые в современной биологии и медицине, изменчивость, наследственные заболевания человека, дородовую диагностику плода, медико-генетическое консультирование.

Уметь: оценивать кариотип на наличие хромосомных геномных мутаций.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Используемый метод изучения генетики человека	Буквой А обозначена клетка, имеющая	Флюоресцентное свечение обеспечивает
1 Популяционно-статистический	1 Генную мутацию	1 ДНК-мишень
2 Близнецовый	2 Хромосомную мутацию	2 ДНК-зонд
3 Дерматоглифический	3 Геномную мутацию	3 РНК-мишень
4 FISH-метод	4 Нормальное число исследуемых хромосом	4 РНК-зонд

Ответ:	А	Б	В
	4	4	2

Обратите внимание:
 Методы изучения генетики человека;
 Геномные мутации;
 Тельце Барра;
 Рутинная и дифференциальная окраски хромосом;
 Парижская и Денверская классификации хромосом;
 Fish-метод.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать метод исследования генетики человека – FISH-метод.

В части А: метод исследования генетики человека – FISH-метод. Ответ: 4.

В части Б: буквой А обозначена клетка, в которой мы видим свечение 2-х зондов на 18-ю хромосому и 2-х зондов на 9-ю хромосому. Это норма для диплоидного кариотипа человека. Ответ: 4.

В части В: флюоресцентной свечение обеспечивает ДНК-зонд, добавляемый в клетку. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неверная идентификация химических связей между зондами и образцом. Неверная идентификация рутинной и дифференциальной окраски хромосом, а также Парижской и Денверской классификаций хромосом, неверное определение метода генетики, неверное определение наследуемого признака.

Знать: строение хромосомы, методы изучения генетики человека, важнейшие физико-химические, физические и биологические методы анализа, используемые в современной биологии и медицине, изменчивость, наследственные заболевания человека, дородовую диагностику плода, медико-генетическое консультирование.

Уметь: оценивать кариотип на наличие хромосомных геномных мутаций.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание

Представлены половые хромосомы человека



А	Б	В
Y-хромосома обозначена цифрой	Если в кариотипе женского организма присутствует только одна хромосома, обозначенная цифрой 1, такой синдром называется	Участок, в котором происходит объединение двух хроматид хромосомы, называется
1 1	1 Синдром Дауна	1 Плечо
2 2	2 Синдром Патау	2 Теломера
	3 Синдром Шерешевского-Тернера	3 Центромера
	4 Синдром Эдвардса	4 Спутник
	5 Синдром Клайнфельтера	

Ответ:	А	Б	В
	2	3	3

Обратите внимание:

Методы изучения генетики человека;
Геномные мутации;
Тельце Барра;
Рутинная и дифференциальная окраски хромосом;
Парижская и Денверская классификации хромосом;
Fish-метод.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – X-хромосому человека, 2 – Y-хромосому человека.

В части А: Y-хромосому человека меньше, чем X. Ответ: 2.

В части Б: женщина имеющая только одну X-хромосому в кариотипе, имеет кариотип 45,X0 – это синдром Шерешевского-Тернера. Ответ: 3.

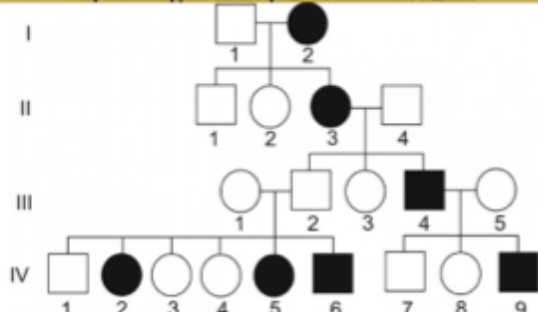
В части В: две хроматиды одной хромосомы объединяются в области центромеры. Ответ: 3.

Типичные ошибки: Неверная идентификация рутинной и дифференциальной окраски хромосом, а также Парижской и Денверской классификаций хромосом, неверное определение метода генетики.

Знать: строение хромосомы, методы изучения генетики человека, важнейшие физико-химические, физические и биологические методы анализа, используемые в современной биологии и медицине, изменчивость, наследственные заболевания человека, дородовую диагностику плода, медико-генетическое консультирование.

Уметь: оценивать кариотип на наличие хромосомных геномных мутаций.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Какой метод изучения генетики человека представлен	Что можно узнать при помощи данного метода	При X-сцепленном доминантном типе наследования, обычно, соотношение мужчин и женщин с признаком в родословной
1 Дерматоглифический	1 Ведущий фактор в развитии признака	1 Примерно одинаково
2 Биохимический	2 Характер наследования признака	2 Преобладают мужчины
3 Генеалогический	3 Соотношения частот аллелей и генотипов в популяции	3 Преобладают женщины
4 Близнецовый	4 Особенности обмена веществ	

Ответ:	А	Б	В
	3	2	3

Обратите внимание:
 Методы изучения генетики человека;
 Геномные мутации;
 Тельце Барра;
 Рутинная и дифференциальная окраски хромосом;
 Парижская и Денверская классификации хромосом;
 Fish-метод.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать родословную, отражающую генеалогический метод исследования генетики человека.

В части А: Родословная иллюстрирует генеалогический метод изучения генетики человека. Ответ: 3.

В части Б: Анализ родословной позволяет определить тип и характер наследования признака. Ответ: 2.

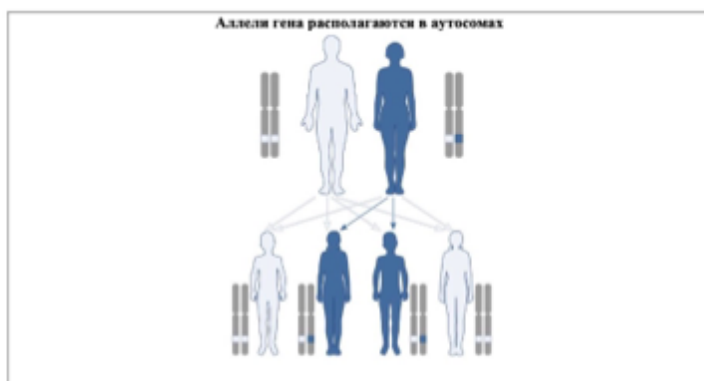
В части В: при X-сцепленном доминантном типе наследования в родословной преобладают женщины с анализируемым признаком. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неверное определение метода генетики, неверное определение наследуемого признака.

Знать: понятия генотип, фенотип, аллельные гены, генетика пола, множественный аллелизм, плейотропное действие генов, взаимодействие аллельных генов.

Уметь: решать задачи на моногибридное скрещивание, аутосомное и сцепленное с полом наследование.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Аллель обозначенный светло-серым цветом		Вероятность рождения у данных родителей ребенка с признаком, определяемым аллелем, обозначенным светло-серым цветом (аллели взаимодействуют по типу полного доминирования)		Вид взаимодействия аллельных генов, при котором в разных клетках гетерозигот экспрессируются (проявляются) разные аллели одного гена	
1	Доминантный	1	0%	1	Полное доминирование
2	Рецессивный	2	25%	2	Неполное доминирование
		3	50%	3	Кодоминирование
		4	75%	4	Аллельное исключение
		5	100%	5	Сверхдоминирование

Ответ:	А	Б	В
	2	3	4

Обратите внимание:

Определения аллельных и неаллельных генов; Аутосомное и сцепленное с полом наследование; Наследование групп крови; Виды взаимодействия аллельных генов; Гомо- и гетерогаметный пол.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и условие задания для определения типа наследования признака.

В части А: аллель, обозначенный светло-серым цветом проявляется в признак только в гомозиготном состоянии, следовательно он рецессивный. Ответ: 2.

В части Б: один родитель является гомозиготным по исследуемому рецессивному аллелю, второй - гетерозиготным, аллели взаимодействуют по типу полного доминирования, следовательно с вероятностью 50% детей будет иметь доминантный, а 50% рецессивный фенотип. Ответ: 3.

В части В: у гетерозигот в разных клетках могут проявляться разные аллели при взаимодействии генов по типу аллельного исключения. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильная идентификация аллельных генов, их взаимодействия и неправильный расчёт вероятности.

Знать: понятия генотип, фенотип, аллельные гены, генетика пола, множественный аллелизм, плеiotропное действие генов, взаимодействие аллельных генов.

Уметь: решать задачи на моногибридное скрещивание, аутосомное и сцепленное с полом наследование.

Выполните задание

Признак наследуется X-сцепленно доминантно

* при решении задания не учитываются вновь возникшие (de novo) мутации

А		Б		В	
Может ли у родителей без признака родиться ребенок с признаком?		Вероятность передачи признака от гетерозиготной матери ее дочерям		Определите вероятность рождения потомка с доминантным фенотипом у доминантной гомозиготной женщины и отца, не имеющего данного признака, если гены взаимодействуют по типу неполного доминирования	
1	Да	1	0%	1	0%
2	Нет	2	25%	2	25%
		3	50%	3	50%
		4	75%	4	75%
		5	100%	5	100%

Ответ:	А	Б	В
	2	3	3

Обратите внимание:

Определения аллельных и неаллельных генов; Аутосомное и сцепленное с полом наследование; Наследование групп крови; Виды взаимодействия аллельных генов; Гомо- и гетерогаметный пол.

В данном задании необходимо проанализировать условие.

В части А: X-сцепленный доминантный признак проявляется в генотипе в гомозиготном, гетерозиготном и гемизиготном состоянии, поэтому у родителей без признака не может родиться ребенок с признаком. Ответ: 2.

В части Б: гетерозиготная мать с равной вероятностью передает дочерям доминантный или рецессивный аллели. Ответ: 3.

В части В: доминантная гомозиготная женщина всем потомкам будет передавать доминантный аллель. Отец будет передавать дочери рецессивный аллель, а сыну Y-хромосому. Соответственно, сыновья будут иметь доминантный фенотип, а дочери промежуточный. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация аллельных генов, их взаимодействия и неправильный расчёт вероятности.

Знать: понятия генотип, фенотип, аллельные гены, генетика пола, множественный аллелизм, плеiotропное действие генов, взаимодействие аллельных генов.

Уметь: решать задачи на моногибридное скрещивание, аутосомное и сцепленное с полом наследование.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание

Генотипы родительских особей



А		Б		В	
Определите вероятность рождения особи с рецессивным фенотипом среди всех потомков		Кто является гемизиготным организмом		При голандрическом наследовании	
1	0%	1	Мужчина	1	Признак передаётся от матери к сыну
2	25%	2	Женщина	2	Признак передаётся от отца всем сыновьям
3	50%			3	Признак передаётся от отца к дочери
4	75%			4	Признак передаётся от матери к дочери
5	100%				

Ответ:	А	Б	В
	2	1	2

Обратите внимание:

Определения аллельных и неаллельных генов; Аутосомное и сцепленное с полом наследование; Наследование групп крови; Виды взаимодействия аллельных генов; Гомо- и гетерогаметный пол.

В данном задании необходимо проанализировать иллюстрацию и установить, что схематично изображены половые хромосомы человека.

В части А: мать будет передавать с равной вероятностью всем потомкам доминантный или рецессивный аллель гена. Отец будет передавать дочерям доминантный аллель гена, сыновьям Y-хромосому. Соответственно, вероятность появления потомка с рецессивным фенотипом 25%. Ответ: 2.

В части Б: гемизиготным организмом называют организм, имеющий только один аллель данного гена. Ответ: 1.

В части В: при голандрическом наследовании вместе с Y-хромосомой отец передает всем сыновьям признак. Ответ: 2.

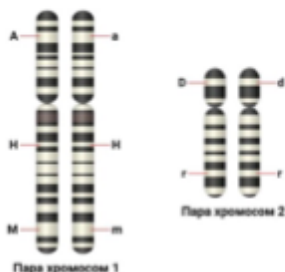
Типичные ошибки: неправильная идентификация аллельных генов, их взаимодействия и неправильный расчёт вероятности.

Знать: понятия генотип, фенотип, плейотропия, множественный аллелизм, принципы картирования хромосом, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Уметь: решать задачи на независимое и сцепленное наследование генов, дигибридное скрещивание.

Проанализируйте генотипы и выполните задание

Гены *r* и *D* взаимодействуют по типу эпистаза, *rr* эпистатичен к гену *D*.



Обратите внимание:

Определения аллельных и неаллельных генов;
Независимое и сцепленное наследование;
Определение взаимного сцепления аллелей генов у организмов;
Виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

А		Б		В	
Характер наследования генов А и Н		Расстояние между генами А и Н 20 морганид. Это означает		Признак, определяемый геном D у данного организма (с учетом эпистатического взаимодействия генов)	
1	Независимое наследование	1	Вероятность кроссинговера между генами А и Н 20%	1	Сформируется
2	Сцепленное наследование	2	Вероятность кроссинговера между генами А и Н 10%	2	Не сформируется
		3	Вероятность кроссинговера между генами А и Н 80%		
		4	Вероятность кроссинговера между генами А и Н 40%		

Ответ:	А	Б	В
	2	1	2

В данном задании необходимо проанализировать иллюстрацию и условия задания.

В части А: гены А и Н находятся в одной паре гомологичных хромосом — это сцепленное наследование. Ответ: 2.

В части Б: расстояние между генами измеряемое в морганидах, определяет вероятность прохождения кроссинговера между этими генами. Ответ: 1.

В части В: при рецессивном эпистазе (*rr*) признак определяемый геном D не сформируется. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация независимого и сцепленного наследования. Неправильный расчёт кроссоверных и некротсоверных гамет. Неправильное определение взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Знать: понятия генотип, фенотип, плейотропия, множественный аллелизм, принципы картирования хромосом, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Уметь: решать задачи на независимое и сцепленное наследование генов, дигибридное скрещивание.

Проанализируйте генотипы и выполните задание

Гены А и В взаимодействуют комплементарно и находятся в 12-ой хромосоме.

А		Б		В	
Характер наследования генов А и В		Сцепление между генами может нарушаться в ходе		Признак, определяемый генами А и В у организма с генотипом ААbb	
1	Сцепленный	1	Мейоз I	1	Не сформируется
2	Независимый	2	Мейоз II	2	Сформируется
		3	Митоз		
		4	Репликация		
		5	Репарация		
		6	Цитотомия		

Ответ:	А	Б	В
	1	1	1

Обратите внимание:

Определения аллельных и неаллельных генов;
Независимое и сцепленное наследование;
Определение взаимного сцепления аллелей генов у организмов;
Виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

В данном задании необходимо проанализировать условия задания.

В части А: гены А и В находятся в одной паре гомологичных хромосом (12 пара хромосом) – это сцепленное наследование. Ответ: 1.

В части Б: сцепление между генами нарушается при кроссинговере, который происходит в профазе мейоза I. Ответ: 1.

В части В: при комплементарном взаимодействии для формирования признака необходимо наличие доминантных аллелей в каждой паре неаллельных генов. Ответ: 1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация независимого и сцепленного наследования. Неправильный расчёт кроссоверных и некрроссоверных гамет. Неправильное определение взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Знать: понятия генотип, фенотип, плейотропия, множественный аллелизм, принципы картирования хромосом, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Уметь: решать задачи на независимое и сцепленное наследование генов, дигибридное скрещивание.

Выполните задание

При анализирующем скрещивании особи с генотипом AaBb получили особей в количестве:
6 AaBb, 44 Aabb, 42 aaBb, 8 aabb

А		Б		В	
Характер наследования генов		Расстояние между генами А и b		При плейотропии	
1	Независимое наследование	1	14 морганид	1	Степень выраженности признака зависит от количества доминантных аллелей в генотипе
2	Полное сцепление	2	43 морганиды	2	Доминантный ген из неаллельной пары генов подавляет действие другого гена
3	Неполное сцепление	3	7 морганид	3	Один ген влияет на развитие нескольких признаков
4	Сцепленное с полом наследование	4	44 морганиды	4	У гетерозигот появляется признак, обусловленный двумя разными доминантными аллелями

Ответ:	А	Б	В
	3	1	3

Обратите внимание:

Определения аллельных и неаллельных генов;
Независимое и сцепленное наследование;
Определение взаимного сцепления аллелей генов у организмов;
Виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

В данном задании необходимо проанализировать условия задания.

В части А: указанные результаты анализирующего скрещивания (две фенотипические/генотипические группы в большем и две в меньшем количестве) характерны для сцепленного наследования и произошедшего кроссинговера. Ответ: 3.

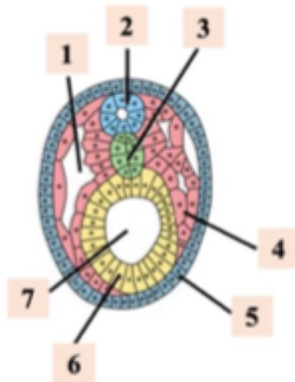
В части Б: расстояние между генами А и b – это доля генотипов кроссоверных потомков. Ответ: 1.

В части В: плейотропия – явление, при котором один ген контролирует развитие нескольких признаков в организме. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация независимого и сцепленного наследования. Неправильный расчёт кроссоверных и некроссоверных гамет. Неправильное определение взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Знать: способы размножения организмов, клеточный цикл, события интерфазы, митоза, мейоза, кроссинговер и его значение, комбинативную изменчивость, гаметогенез у человека, оплодотворение и эмбриональное развитие, экологические последствия неграмотного применения органических веществ.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
На рисунке изображен зародыш на стадии	Для развития структуры, обозначенной цифрой 6, необходимо индуктивное воздействие	Структура, обозначенная цифрой 2, развивается из
1 Зиготы	1 Кишки	1 Эктодермы
2 Бластулы	2 Хорды	2 Мезодермы
3 Гастрюлы	3 Боковой мезодермы	3 Энтодермы
4 Нейрулы		

Ответ:	А	Б	В
	4	2	1

Обратите внимание:

Прямой и непрямой типы онтогенеза;

Строение бластулы;

Гастрюляция;

Строение нейрулы;

Производные зародышевых листков;

Стадии гаметогенеза, события на них, названия клеток;

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – целом, 2 – нервная трубка, 3 – хорда, 4 – мезодермальные комплексы, 5 – эктодерма, 6 – энтодерма, 7 – полость кишки.

В части А: зародыш имеет комплекс осевых структур (хорду, нервную трубку, кишку, боковые мезодермальные комплексы) – это стадия нейрулы. Ответ: 4.

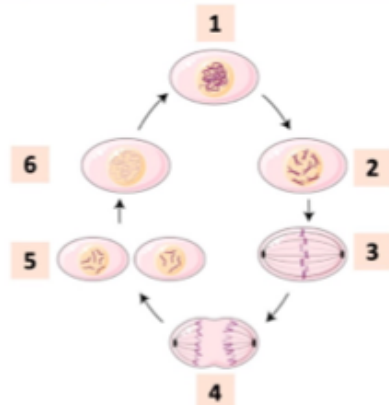
В части Б: кишка развивается под воздействием индукции хорды. Ответ: 2.

В части В: нервная трубка развивается из эктодермы. Ответ: 1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация стадий эмбриогенеза, зародышевых листков и их производных, неверное определение событий стадий гаметогенеза.

Знать: способы размножения организмов, клеточный цикл, события интерфазы, митоза, мейоза, кроссинговер и его значение, комбинативную изменчивость, гаметогенез у человека, оплодотворение и эмбриональное развитие, экологические последствия неграмотного применения органических веществ.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Процесс, обозначенный на рисунке	Клетка, обозначенная цифрой 1, находится в	Метафазная пластинка формируется на стадии, обозначенной цифрой
1 Бинарное деление	1 Интерфаза	1 1
2 Митоз	2 Профаза	2 2
3 Мейоз	3 Метафаза	3 3
4 Шизогония	4 Анафаза	4 4
	5 Телофаза	5 5
		6 6

Ответ:	А	Б	В
	2	1	3

Обратите внимание:
 Прямой и непрямой типы онтогенеза;
 Строение бластулы;
 Гастрюляция;
 Строение нейрулы;
 Производные зародышевых листков;
 Стадии гаметогенеза, события на них, названия клеток;

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать стадии митоза: 1 – интерфаза, 2 – профаза, 3 – метафаза, 4 – телофаза, 5 – завершение митоза с образованием двух дочерних клеток, 6 – период покоя клетки.

В части А: наличие одного деления и образования двух идентичных клеток говорит о том, что представлен митоз. Ответ: 2.

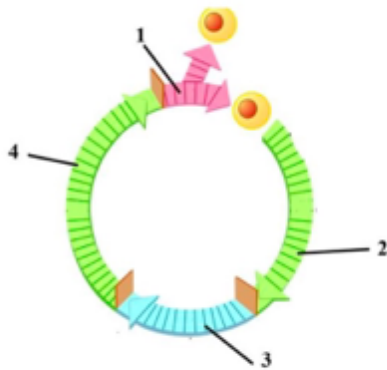
В части Б: изображен процесс репликации ДНК внутри ядра, который происходит в интерфазе. Ответ: 2.

В части В: метафазная пластинка – хромосомы выстроенные по экватору клетки с прикрепленными к центромерам нитями веретена деления. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация стадий митотического и клеточного циклов, неверное определение событий стадий гаметогенеза.

Знать: способы размножения организмов, клеточный цикл, события интерфазы, митоза, мейоза, кроссинговер и его значение, комбинативную изменчивость, гаметогенез у человека, оплодотворение и эмбриональное развитие, экологические последствия неграмотного применения органических веществ.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Митоз обозначен цифрой		Митозом делятся		Значение митоза	
1	1	1	Оогонии	1	Образование гаплоидных клеток
2	2	2	Ооциты 1-го порядка	2	Образование диплоидных клеток
3	3	3	Ооциты 2-го порядка	3	Формирование комбинативной изменчивости
4	4	4	Ооциты	4	Сохранение плоидности клеток

Ответ:	А	Б	В
	1	1	4

Обратите внимание:
 Прямой и непрямой типы онтогенеза;
 Строение бластулы;
 Гастрюляция;
 Строение нейрулы;
 Производные зародышевых листков;
 Стадии гаметогенеза, события на них, названия клеток;

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать стадии митотического цикла: 1 – митоз, 2 – G1-период, 3 – S-период, 4 – G2-период.

В части А: митоз обозначен цифрой 1. Ответ: 1.

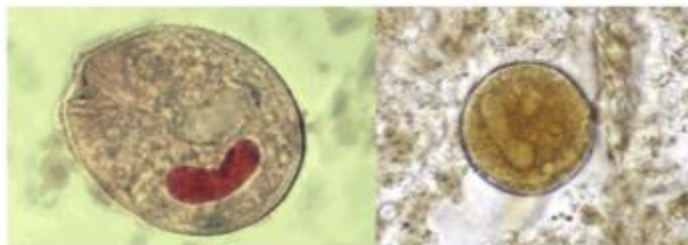
В части Б: диплоидные овогонии делятся митозом. Ответ: 1.

В части В: митоз сохраняет плоидность клеток, обеспечивая в организме рост и регенерацию. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильная идентификация стадий митотического и клеточного циклов, неверное определение событий стадий гаметогенеза.

Знать: простейших, паразитов и комменсалов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.
Уметь: идентифицировать простейших, паразитов и комменсалов человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Изображен паразит	Паразит развивается	Заражение человека данным паразитом происходит при проглатывании
1 Мalariaрийный плазмодий	1 С миграцией по организму человека	1 Яйца
2 Кишечная амеба	2 Без миграции по организму человека	2 Личинки
3 Балантидий кишечный		3 Цисты
4 Токсоплазма		4 Взрослой особи
		5 Промежуточного хозяина

Ответ:	А	Б	В
	3	2	3

Обратите внимание:
 Понятия инвазионной (заражающей) и патогенной (вызывающей заболевание) стадий;
 Отличия цист дизентерийной и кишечной амеб;
 Диагностика амебиаза;
 Жизненные циклы малярийного плазмодия, балантидия кишечного; трипаносомы.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать Балантидия кишечного (вегетативная форма слева, циста – справа).

В части А: изображен балантидий кишечный. Ответ: 3.

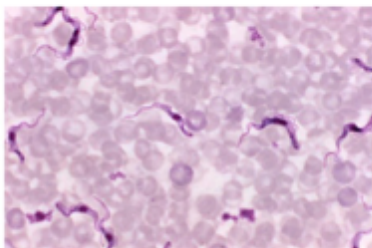
В части Б: Балантидий кишечный развивается без миграции по организму человека.
 Ответ: 2.

В части В: человек заражается данным паразитом проглатывая цисту. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации, стадий его жизненного цикла и способов заражения и диагностики.

Знать: простейших, паразитов и комменсалов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.
Уметь: идентифицировать простейших, паразитов и комменсалов человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:
 Понятия инвазионной (заражающей) и патогенной (вызывающей заболевание) стадий;
 Отличия цист дизентерийной и кишечной амёб;
 Диагностика амебиаза;
 Жизненные циклы малярийного плазмодия, балантидия кишечного; трипаносомы.

А	Б	В
На рисунке представлен паразит	Заболевание, вызываемое паразитом, является	Человек заражается при укусе
1 Малярийный плазмодий	1 Нетрансмиссивным	1 Комара
2 Амёба дизентерийная	2 Трансмиссивным	2 Москита
3 Трипаносома		3 Мухи це-це
4 Лямблия кишечная		4 Клеща

Ответ:	А	Б	В
	3	2	3

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать Трипаносому.

В части А: изображен паразит Трипаносома. Ответ: 3.

В части Б: Трипаносома передается с участием переносчика (членистоногого), поэтому заболевание, вызываемое паразитом, является трансмиссивным. Ответ: 2.

В части В: переносчиком паразита является муха це-це. Ответ: 3.

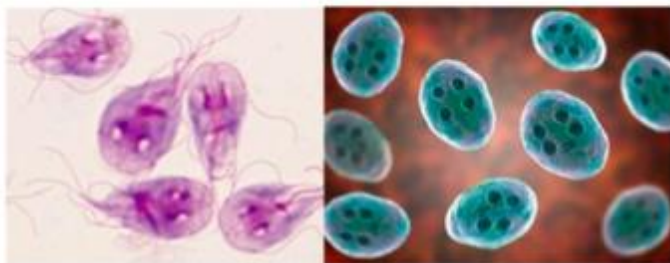
Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации, стадий его жизненного цикла и способов заражения и диагностики.

Знать: простейших, паразитов и комменсалов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.
Уметь: идентифицировать простейших, паразитов и комменсалов человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание

А

Б



А	Б	В
На рисунке представлен паразит	Вызывает заболевание стадия паразита, обозначенная буквой	Для лабораторной диагностики исследуют
1 Амёба дизентерийная	1 А	1 Мазок кала
2 Балантидий кишечный	2 Б	2 Мокроту
3 Лямблия кишечная		3 Кровь
4 Малярийный плазмодий		4 Мазок из урогенитального тракта
5 Трихомонада		

Ответ:	А	Б	В
	3	1	1

Обратите внимание:

Понятия инвазионной (заражающей) и патогенной (вызывающей заболевание) стадий;

Отличия цист дизентерийной и кишечной амёб;

Диагностика амёбиоза;

Жизненные циклы малярийного плазмодия, балантидия кишечного; трипаномы.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать Лямблию кишечную (вегетативная форма слева, циста – справа).

В части А: изображен паразит Лямблия кишечная. Ответ: 3.

В части Б: вызывает заболевание (паразитирует в кишечнике человека) вегетативная стадия. Ответ: 1.

В части В: цисты паразита обнаруживаются при микроскопии мазка кала. Ответ: 1.

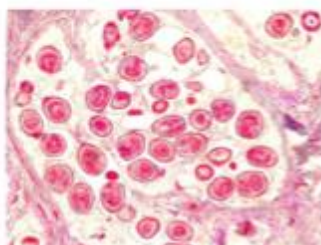
Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации, стадий его жизненного цикла и способов заражения и диагностики.

Знать: Плоских и Круглых червей, паразитов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.
Уметь: идентифицировать Плоских и Круглых червей, паразитов человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



1



2

А	Б	В
Представлен паразит	Для представленного паразита человек является	Заражение промежуточного хозяина происходит
1 Шистосома	1 Окончательным хозяином	1 Вегетативной формой
2 Эхинококк	2 Промежуточным хозяином	2 Цистой
3 Бычий цепень	3 Резервуарным хозяином	3 Личинкой
4 Аскарида человеческая		4 Яйцом

Ответ:	А	Б	В
	2	2	4

Обратите внимание:

Отличия свиного и бычьего цепней по строению сколексов, зрелых и гермафродитных члеников;

Инвазионные формы, локализации в организмах основного и промежуточного хозяев; Жизненные циклы эхинококка, шистосом, ришты, аскариды, острицы детской, ришты, печеночного сосальщика, шистосом.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать Эхинококка (взрослая особь слева, финны – справа).

В части А: изображен паразит эхинококк. Ответ: 2.

В части Б: человек является для эхинококка промежуточным хозяином. Ответ: 2.

В части В: промежуточный хозяин (человек) заражается, проглатывая яйца паразита.
 Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации, стадий его жизненного цикла и способов заражения и диагностики.

Знать: Плоских и Круглых червей, паразитов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.
Уметь: идентифицировать Плоских и Круглых червей, паразитов человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Представленный паразит относится к типу		У человека паразит локализуется		Человек для данного паразита	
1	Плоские черви	1	В желудке	1	Основной хозяин паразита
2	Круглые черви	2	В тонком отделе кишечника	2	Промежуточный хозяин паразита
		3	В толстом отделе кишечника	3	Резервуарный хозяин паразита

Ответ:	А	Б	В
	2	2	1

Обратите внимание:

Отличия свиного и бычьего цепней по строению сколексов, зрелых и гермафродитных члеников;

Инвазионные формы, локализации в организмах основного и промежуточного хозяев; Жизненные циклы эхинококка, шистосом, ришты, аскариды, острицы детской, ришты, печеночного сосальщика, шистосом.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать аскариду человеческую.

В части А: аскарида человеческая относится к типу Круглые черви. Ответ: 2.

В части Б: аскарида паразитирует в тонком отделе кишечника человека. Ответ: 2.

В части В: аскарида человеческая размножается в организме человека половым путем, поэтому человек основной хозяин этого паразита. Ответ: 1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации, стадий его жизненного цикла и способов заражения и диагностики.

Знать: Плоских и Круглых червей, паразитов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.
Уметь: идентифицировать Плоских и Круглых червей, паразитов человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
На рисунке представлен паразит	У человека паразит локализуется	Лабораторная диагностика представленного паразита
1 Печёночный сосальщик	1 В желудке	1 Обнаружение яиц в кале
2 Шистосома	2 В тонком отделе кишечника	2 Обнаружение зрелых и гермафродитных члеников в кале
3 Бычий цепень	3 В толстом отделе кишечника	3 УЗИ печени
4 Альвеококк	4 В печени	4 Обнаружение личинок в крови
5 Широкий лентец		

Ответ:	А	Б	В
	5	2	1

Обратите внимание:

Отличия свиного и бычьего цепней по строению сколексов, зрелых и гермафродитных члеников;
 Инвазионные формы, локализации в организмах основного и промежуточного хозяев; Жизненные циклы эхинококка, шистосом, ришты, аскариды, острицы детской, ришты, печеночного сосальщика, шистосом.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать Широкого лентеца (сколекс (головка) слева, членики – справа).

В части А: изображен паразит Широкий лентец. Ответ: 5.

В части Б: широкий лентец паразитирует в тонком отделе кишечника человека. Ответ: 2.

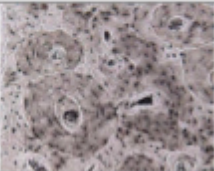
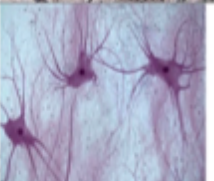
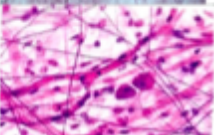
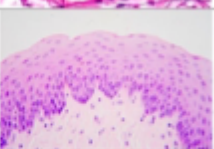
В части В: паразит выделяет яйца, которые обнаруживаются в мазке кала. Ответ: 1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации, стадий его жизненного цикла и способов заражения и диагностики.

Знать: строение и функции тканей человека, органов и систем органов человека, строение кожных покровов и их производные, понятие иммунитет, его виды (клеточный, гуморальный, специфический, неспецифический), гомеостаз.

Уметь: идентифицировать ткани и органы человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание

А		Б	В
Выберите эпителиальную ткань		Характеристика данной ткани	В ходе эмбриогенеза эпителий кожи развивается из
1		1 Бывает жидкой и твердой	1 Эктодерма
2		2 Обладает проводимостью	2 Мезодерма
3		3 Клетки плотно прилегают друг к другу	3 Эктодерма
4		4 Много межклеточного вещества	
Ответ:		А	Б
		4	3
		Б	В
		3	1

Обратите внимание:
 Характеристики типов тканей;
 Отличительные особенности типов и видов тканей на рисунках и микрофотографиях;
 Кровь – клетки и форменные элементы, их характеристика и значение.
 Виды иммунитета.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать: 1 – костная ткань, 2 – нервная ткань, 3 – соединительная ткань, 4 – эпителиальная ткань.

В части А: эпителиальная ткань отмечена цифрой 4. Ответ: 4.

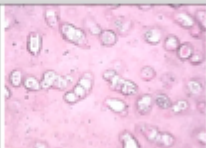
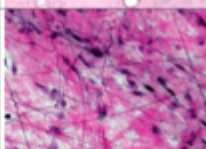
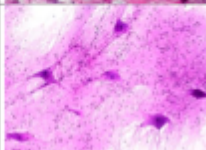
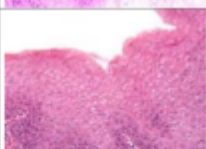
В части Б: клетки эпителиальной ткани плотно прилегают друг к другу и ткань содержит мало межклеточного вещества. Ответ: 3.

В части В: в эмбриогенезе эпителий кожи развивается из эктодермы. Ответ: 1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация тканей на иллюстрации, производных зародышевых листков и видов иммунитета.

Знать: строение и функции тканей человека, органов и систем органов человека, строение кожных покровов и их производные, понятие иммунитет, его виды (клеточный, гуморальный, специфический, неспецифический), гомеостаз.

Уметь: идентифицировать ткани и органы человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание			
А		Б	
Выберите эпителиальную ткань		В эмбриогенезе нервная ткань развивается из	
В		Место контакта аксона и дендрита двух нейронов называется	
1		1	Эктодермы
2		2	Мезодермы
3		3	Эктодермы
4		4	Нейректа
Ответ:			

Обратите внимание:
 Характеристики типов тканей;
 Отличительные особенности типов и видов тканей на рисунках и микрофотографиях;
 Кровь – клетки и форменные элементы, их характеристика и значение.
 Виды иммунитета.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать: 1 – хрящевая ткань, 2 – соединительная ткань, 3 – нервная ткань, 4 – эпителиальная ткань.

В части А: эпителиальная ткань отмечена цифрой 4. Ответ: 4.

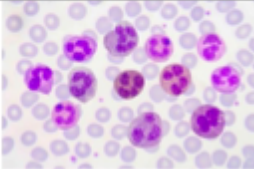
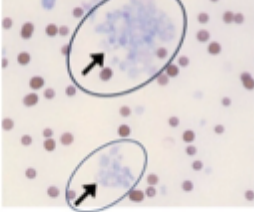
В части Б: в эмбриогенезе нервная ткань развивается из эктодермы. Ответ: 1.

В части В: место контакта аксона и дендрита двух нейронов называется нервный синапс. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация тканей на иллюстрации, производных зародышевых листков и видов иммунитета.

Знать: строение и функции тканей человека, органов и систем органов человека, строение кожных покровов и их производные, понятие иммунитет, его виды (клеточный, гуморальный, специфический, неспецифический), гомеостаз.

Уметь: идентифицировать ткани и органы человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание		
А Выберите эритроциты	Б На процесс свертывания крови влияет наличие ионов	В Соединение гемоглобина с угарным газом называется
1 	1 Железа	1 Оксигемоглобин
2 	2 Кальция	2 Карбгемоглобин
3 	3 Калия	3 Карбоксигемоглобин

Ответ:	А	Б	В
	2	2	3

Обратите внимание:
 Характеристики типов тканей;
 Отличительные особенности типов и видов тканей на рисунках и микрофотографиях;
 Кровь – клетки и форменные элементы, их характеристика и значение.
 Виды иммунитета.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать: 1 – лейкоциты, 2 – эритроциты, 3 – тромбоциты.

В части А: эритроциты отмечены цифрой 2. Ответ: 2.

В части Б: ионы кальция участвуют в процессе свертывания крови. Ответ: 2.

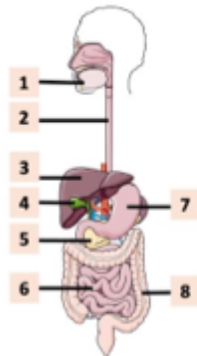
В части В: стойкое соединение гемоглобина и угарного газа называется карбоксигемоглобин. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация форменных элементов крови на иллюстрации и видов иммунитета.

Знать: строение и функционирование пищеварительной системы человека, гидролиз, особенности гидролиза биоорганических соединений.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Какой отдел нервной системы ослабляет работу системы органов пищеварения?		Секрет, синтезируемый в органе, обозначенном цифрой 3, расщепляет вещества при пищеварении в органе, обозначенном цифрой		Орган, верхняя треть мышечной оболочки которого образована поперечнополосатой мышечной тканью, а средняя и нижняя треть – гладкой мышечной тканью, обозначен цифрой	
1	Соматический	1	1	1	1
2	Парасимпатический	2	2	2	2
3	Симпатический	3	3	3	3
		4	4	4	4
		5	5	5	5
		6	6	6	6
		7	7	7	7
		8	8	8	8

Ответ:	А	Б	В
	3	6	2

Обратите внимание:

Строение стенок
желудочно-
кишечного тракта;
Гиповитаминозы;
Всасывание глюкозы,
аминокислот, глицерина, жирных
кислот в кишечнике;
Глотание; Регуляция
процессов
пищеварения

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы пищеварительной системы человека.

В части А: симпатический отдел вегетативной нервной системы ослабляет работу органов пищеварения. Ответ: 3.

В части Б: печень (3) секретирует желчь, которая поступает в двенадцатиперстную кишку (тонкий отдел кишечника) (6) и в ней эмульгирует жиры. Ответ: 6.

В части В: верхняя треть пищевода образована поперечнополосатой мышечной тканью, а следующие две трети - гладкой. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур пищеварительной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции, неправильный выбор функций ферментов пищеварительной системы.

Знать: строение и функционирование пищеварительной системы человека, гидролиз, особенности гидролиза биоорганических соединений.

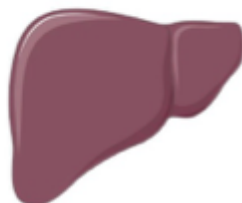
Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание

1



2



А		Б		В	
Инсулин вырабатывает железа, обозначенная цифрой		Детоксикационную функцию выполняет железа, обозначенная цифрой		Повышение уровня инсулина в крови приводит к	
1	1	1	1	1	Повышению уровня глюкозы в крови
2	2	2	2	2	Понижению уровня глюкозы в крови
				3	Не влияет на уровень глюкозы в крови

Ответ:	А	Б	В
	1	2	2

Обратите внимание:

Строение стенок
желудочно-
кишечного тракта;
Гиповитаминозы;
Всасывание глюкозы,
аминокислот, глицерина, жирных
кислот в кишечнике;
Глотание; Регуляция
процессов
пищеварения

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать железы человека: 1 – поджелудочная железа, 2 – печень.

В части А: инсулин вырабатывает поджелудочная железа. Ответ: 1.

В части Б: печень инактивирует токсины, поступающие в организм. Ответ: 2.

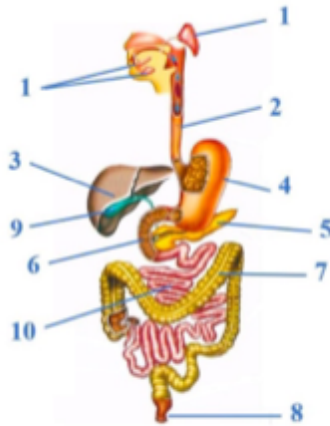
В части В: повышение уровня инсулина приводит к понижению уровня глюкозы в крови, так как инсулин помогает глюкозе проникнуть в клетки из кровотока. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур пищеварительной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции, неправильный выбор функций ферментов пищеварительной системы.

Знать: строение и функционирование пищеварительной системы человека, гидролиз, особенности гидролиза биологических соединений.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Нарушение всасывания витамина В ₂ может привести к	Расщепление клетчатки микроорганизмами происходит в органе, обозначенном цифрой	Кровь в печень поступает по сосудам
1 Появлению заеды (трещины в уголках губ)	1 6	1 Печёночной вены
2 Развитию анемии	2 7	2 Печёночной артерии
3 Развитию цинги	3 8	3 Воротной вены
4 Развитию рахита	4 10	4 Печёночной артерии и воротной вены

Ответ:	А	Б	В
	1	2	4

Обратите внимание:

Строение стенок
желудочно-
кишечного тракта;
Гиповитаминозы;
Всасывание глюкозы,
аминокислот, глицерина, жирных
кислот в кишечнике;
Глотание; Регуляция
процессов
пищеварения

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы пищеварительной системы человека.

В части А: снижение уровня витамина В₂ в организме проявляется в виде заед (трещин в углах рта). Ответ: 1.

В части Б: клетчатка расщепляется микроорганизмами в толстом отделе кишечника. Ответ: 2.

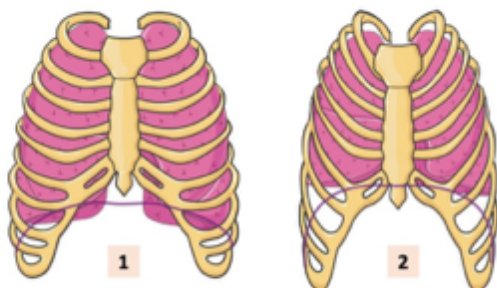
В части В: кровь поступает в печень из воротной вены и печеночной артерии. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур пищеварительной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции, неправильный выбор функций ферментов пищеварительной системы.

Знать: строение и функционирование дыхательной и мочевыделительной систем человека.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Во время выдоха диафрагма		В плевральной полости давление		Спаданию легочных альвеол препятствует	
1	Сокращается	1	Выше атмосферного	1	Хрящевые концы в их структуре
2	Не изменяется	2	Равно атмосферному	2	Хрящевые полукольца в их структуре
3	Расслабляется	3	Ниже атмосферного	3	Сурфактант
		4	Высокая частота дыхания		

Ответ:	А	Б	В
	3	3	3

Обратите внимание:

Особенности
коркового и мозгового
веществ почки,
строение нефрона,
процесс образования
мочи и его регуляция.

Строение гортани,
легких и бронхов.

Процессы вдоха и
выдоха.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы цикла дыхания: 1 – вдох, 2 – выдох.

В части А: в процессе выдоха диафрагма расслабляется и приобретает куполообразную форму. Ответ: 3.

В части Б: в плевральной полости отрицательное давление. Ответ: 3.

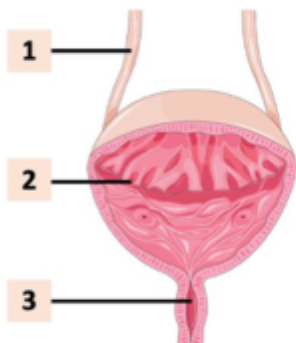
В части В: легочные альвеолы покрыты сурфактантом, который препятствует их спаданию. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур дыхательной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: строение и функционирование дыхательной и мочевыделительной систем человека.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:

Особенности
коркового и мозгового
веществ почки,
строение нефрона,
процесс образования
мочи и его регуляция.

Строение гортани,
легких и бронхов.

Процессы вдоха и
выдоха.

А	Б	В
Структура, обозначенная цифрой 2, называется	Первый этап образования мочи происходит в	При образовании мочи не подвергается обратному всасыванию (реабсорбции)
1 Мочеточник	1 Почечной капсуле	1 Глюкоза
2 Мочевой пузырь	2 Канальце нефрона	2 Аминокислоты
3 Мочеиспускательный канал	3 Мочеточнике	3 Мочевая кислота
	4 Мочевом пузыре	4 Вода

Ответ:	А	Б	В
	2	1	3

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы мочевыделительной системы человека: 1 – мочеточник, 2 – мочевой пузырь, 3 – мочеиспускательный канал.

В части А: цифрой 2 обозначен мочевой пузырь. Ответ: 2.

В части Б: первый этап образования мочи – фильтрация, происходит в почечной капсуле. Ответ: 1.

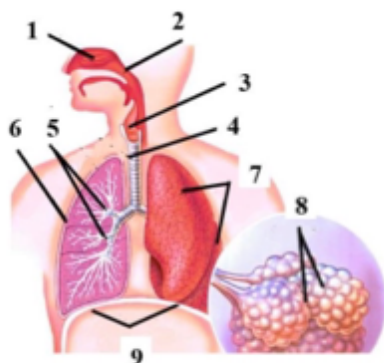
В части В: в процессе образования мочи не реабсорбируются мочеви́на и мочева́я кислота. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур мочевыделительной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: строение и функционирование дыхательной и мочевыделительной систем человека.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
При активации симпатического отдела нервной системы		Анатомическая структура, состоящая из хрящевых полуколец, обозначена цифрой		Центр непроизвольной регуляции дыхания располагается в	
1	Объем бронхов не изменяется	1	1	1	Продолговатом мозге
2	Мышцы бронхов сокращаются	2	2	2	Среднем мозге
3	Мышцы бронхов расслабляются	3	3	3	Промежуточном мозге
		4	4	4	Коре больших полушарий

Ответ:	А	Б	В
	3	4	1

Обратите внимание:

Особенности коркового и мозгового веществ почки, строение нефрона, процесс образования мочи и его регуляция.

Строение гортани, легких и бронхов.

Процессы вдоха и выдоха.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы дыхательной системы человека.

В части А: активация симпатического отдела вегетативной нервной системы расслабляет мышцы бронхов, увеличивая их вентиляцию. Ответ: 3.

В части Б: хрящевыми полукольцами образована трахея, обозначенная цифрой 4 на рисунке. Ответ: 4.

В части В: центр непроизвольной регуляции дыхания расположен в продолговатом мозге вместе с другими центрами жизнеобеспечения. Ответ: 1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур дыхательной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: строение и функционирование опорно-двигательной системы человека, строение и типы соединения костей, скелетные мышцы, их строение и работу, роль микроэлементов и ультрамикроэлементов в составе биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
Структура кости, обозначенная цифрой 2 называется	Представленная кость соединяется с другими костями скелета	Гибкость костям придает (-ют)
1 Эпифиз	1 Подвижно	1 Иод
2 Диафиз	2 Полуподвижно	2 Железо
	3 Неподвижно	3 Фосфор
		4 Органические вещества

Ответ:	А	Б	В
	2	1	4

Обратите внимание:
 Типы костей;
 Типы соединения костей;
 Сустав;
 Кости поясов и свободных конечностей;
 Парные/непарные кости черепа.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы кости: 1 и 3 – эпифизы, 2 - диафиз.

В части А: цифрой 2 на рисунке обозначена средняя часть длинной трубчатой кости – диафиз. Ответ: 2.

В части Б: на двух эпифизах кость имеет выпуклую округлую или вогнутую форму и покрыта суставным хрящом, следовательно, соединяется с другими костями скелета подвижно. Ответ: 1.

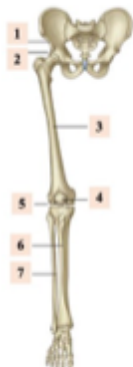
В части В: гибкость костям придают органические вещества, твёрдость – неорганические. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур скелета человека на иллюстрации. Неправильная характеристика типов костей и их соединений.

Знать: строение и функционирование опорно-двигательной системы человека, строение и типы соединения костей, скелетные мышцы, их строение и работу, роль микроэлементов и ультрамикроэлементов в составе биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
К голени относятся кости, обозначенные цифрами		Бедренная кость обозначена цифрой		Бедро и голень соединяются	
1	1, 2	1	1	1	Неподвижно
2	2, 3	2	2	2	Полуподвижно
3	4, 5	3	3	3	Подвижно
4	6, 7	4	4		
		5	5		
		6	6		
		7	7		

Ответ:	А	Б	В
	4	3	3

Обратите внимание:
 Типы костей;
 Типы соединения костей;
 Сустав;
 Кости поясов и свободных конечностей;
 Парные/непарные кости черепа.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы скелета человека.

В части А: к голени относятся малоберцовая и большеберцовая кости (цифры 6 и 7 на рисунке). Ответ: 4.

В части Б: бедренная кость обозначена цифрой 3. Ответ: 3.

В части В: бедро и голень соединяются при помощи коленного сустава. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур скелета человека на иллюстрации. Неправильная характеристика типов костей и их соединений.

Знать: строение и функционирование опорно-двигательной системы человека, строение и типы соединения костей, скелетные мышцы, их строение и работу, роль микроэлементов и ультрамикроэлементов в составе биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:

Типы костей;

Типы соединения костей;

Сустав;

Кости поясов и свободных конечностей;

Парные/непарные кости черепа.

А	Б	В
По строению кости мозгового отдела черепа относятся к	К парным костям черепа относится	Объем грудной клетки изменяют мышцы
1 Длинным трубчатым	1 Лобная	1 Мышцы шеи
2 Коротким трубчатым	2 Затылочная	2 Межреберные
3 Плоским	3 Нижняя челюсть	3 Большая грудная мышца
4 Смешанным	4 Верхняя челюсть	4 Прямая мышца живота
	5 Подъязычная	

Ответ:	А	Б	В
	3	4	2

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать скелет человека.

В части А: мозговой отдел черепа образован плоскими костями. Ответ: 3.

В части Б: верхняя челюсть является парной костью. Ответ: 4.

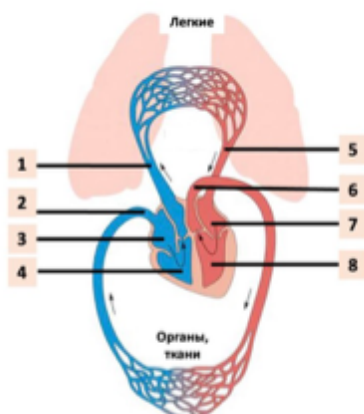
В части В: межреберные мышцы сокращаясь/расслабляясь изменяют объем грудной клетки. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур скелета человека на иллюстрации. Неправильная характеристика типов костей и их соединений.

Знать: строение и функционирование кровеносной системы человека, работу сердца, лимфоотток, электролиты и неэлектролиты, важнейшие катионы и анионы биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:

Синусовый и
атриовентрикулярный узлы;
Клапаны сердца;
Цикл работы сердца;
Артериальное давление.
Строение сердца.

А	Б	В
Сосуды, относящиеся к малому кругу кровообращения обозначены цифрами	Сосуд, обозначенный цифрой 6,	Между камерами 3 и 4 расположен
1 1 и 2	1 Полая вена	1 Полулунный клапан
2 5 и 6	2 Легочные вены	2 Двухстворчатый клапан
3 1 и 5	3 Аорта	3 Трехстворчатый клапан
4 2 и 6	4 Легочная артерия	

Ответ:	А	Б	В
	3	3	3

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы кровеносной системы человека.

В части А: малый круг кровообращения кровоснабжает легкие, сосуды малого круга обозначены цифрами 1 и 5. Ответ: 3.

В части Б: цифрой 6 обозначен сосуд, отходящий от левого желудочка сердца – это аорта. Ответ: 3.

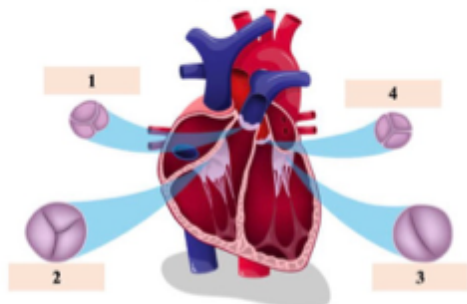
В части В: между камерами 3 и 4 (правые желудочек и предсердие) расположен трехстворчатый клапан. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация предсердий, желудочков, клапанов сердца. Неправильная характеристика изменений работы сердца при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: строение и функционирование кровеносной системы человека, работу сердца, лимфоотток, электролиты и неэлектролиты, важнейшие катионы и анионы биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:

Синусовый и атриовентрикулярный узлы;
Клапаны сердца;
Цикл работы сердца;
Артериальное давление.
Строение сердца.

А	Б	В
Структура, обозначенная цифрой 4, разделяет	Структура, обозначенная цифрой 3, называется	Соматический отдел нервной системы
1 Левое предсердие и левый желудочек	1 Аортальный клапан	1 Усиливает работу сердца
2 Правое предсердие и правый желудочек	2 Митральный клапан	2 Ослабляет работу сердца
3 Левый желудочек и аорту	3 Трикуспидальный клапан	3 Не влияет на работу сердца
4 Правый желудочек и легочную артерию		

Ответ:	А	Б	В
	3	2	3

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать элементы сердца человека.

В части А: цифрой 4 обозначен полулунный (аортальный) клапан. Ответ: 3.

В части Б: цифрой 3 обозначен двустворчатый (митральный клапан) Ответ: 2.

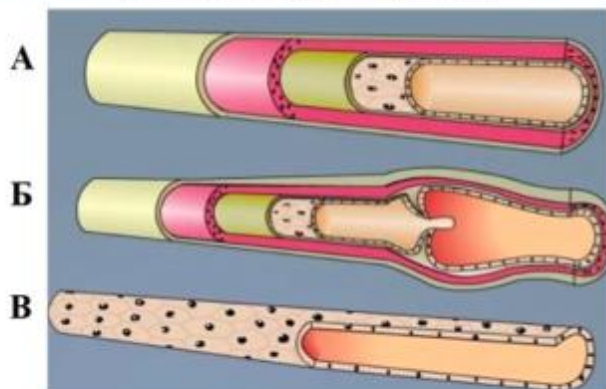
В части В: соматический отдел нервной системы не оказывает влияния на работу сердца. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация предсердий, желудочков, клапанов сердца. Неправильная характеристика изменений работы сердца при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: строение и функционирование кровеносной системы человека, работу сердца, лимфоотток, электролиты и неэлектролиты, важнейшие катионы и анионы биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:
 Синусовый и
 атриовентрикулярный узлы;
 Клапаны сердца;
 Цикл работы сердца;
 Артериальное давление.
 Строение сердца.

А	Б	В
Наличие клапанов в сосуде, обозначенном буквой А, характерно для	Какие процессы происходят в сосуде, обозначенном буквой В, в малом круге кровообращения	Нарушение кровоснабжения ткани называется
1 Лёгочного ствола	1 Артериальная кровь становится венозной	1 Гипертрофия ткани
2 Верхней поллой вены	2 Венозная кровь становится артериальной	2 Атрофия ткани
3 Нижней поллой вены	3 В кровь поступают гормоны	3 Ишемия ткани
4 Вен нижних конечностей		

Ответ:	А	Б	В
	4	2	3

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать типы сосудов человека.

В части А: клапаны присутствуют в венах нижних конечностей и препятствуют обратному току крови. Ответ: 4.

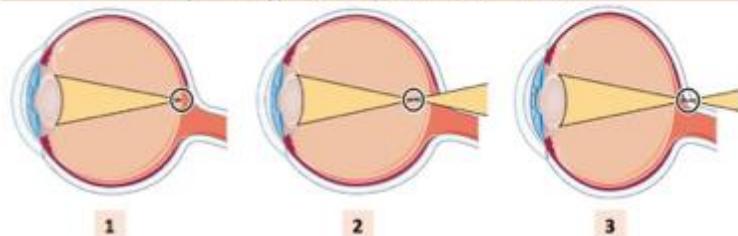
В части Б: буквой В обозначен капилляр, в нем происходит газообмен; в капиллярах малого круга кровообращения венозная кровь становится артериальной. Ответ: 2.

В части В: нарушение кровоснабжения ткани называется ишемия. Ответ: 3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация типов сосудов.

Знать: определение рефлекса и рефлекторной дуги, строение и функционирование нервной системы человека, железы эндокринной системы и их гормоны, действие гормонов, принципы работы гипоталамо-гипофизарной системы, нервную и гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
Цифрой 2 на рисунке обозначена (-о)		Аккомодацию осуществляет		В норме изображение, формирующееся на сетчатке глаза,	
1	Дальнозоркость	1	Роговица	1	Увеличенное
2	Миопия	2	Зрачок	2	Уменьшенное
3	Катаракта	3	Хрусталик	3	Размытое
4	Глаукома	4	Стекловидное тело	4	Избыточное
5	Нормальное зрение	5	Сетчатка	5	Фрагментарное

Ответ:	А	Б	В
	2	3	2

Обратите внимание:
 Отделы анализаторов;
 Нарушения зрения;
 Состояния при гипо- и гиперфункции желез внутренней секреции;
 Отделы головного мозга;
 Орган слуха и орган зрения.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать варианты формирования изображения внутри глаза человека.

В части А: изображение сфокусировано до сетчатки – это миопия (близорукость).
 Ответ: 2.

В части Б: хрусталик – двояковыпуклая линза, способная менять свою кривизну.
 Ответ: 3.

В части В: в норме на сетчатке формируется действительное, уменьшенное и перевернутое изображение. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур нервной и эндокринной систем человека, их функций. Неправильная идентификация действия гормонов и отделов нервной системы на физиологические процессы в организме человека.

Знать: определение рефлекса и рефлекторной дуги, строение и функционирование нервной системы человека, железы эндокринной системы и их гормоны, действие гормонов, принципы работы гипоталамо-гипофизарной системы, нервную и гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А		Б		В	
На рисунке показано нарушение зрения		При данном заболевании изображение фокусируется		Для коррекции этого нарушения зрения используют линзы	
1	Дальнозоркость	1	На сетчатке	1	Двояковыпуклые
2	Миопия	2	Перед сетчаткой	2	Двояковогнутые
3	Катаракта	3	За сетчаткой		
4	Глаукома				
5	Дальтонизм				

Ответ:	А	Б	В
	1	3	2

Обратите внимание:
Отделы анализаторов;
Нарушения зрения;
Состояния при гипо- и гиперфункции желез внутренней секреции;
Отделы головного мозга;
Орган слуха и орган зрения.

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать нарушение зрения человека.

В части А: объект вблизи виден не четко, в далеке – четко. Это дальнозоркость.

Ответ: 1.

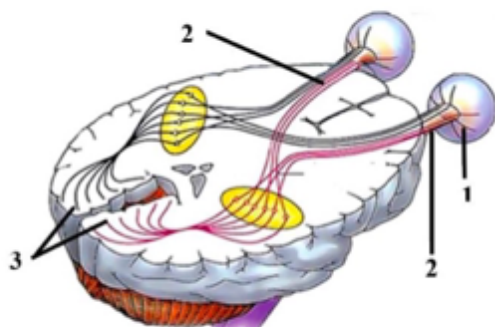
В части Б: при дальнозоркости изображение формируется за сетчаткой. Ответ: 3.

В части В: для коррекции дальнозоркости используют двояковыпуклые (собирающие) линзы. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур нервной и эндокринной систем человека, их функций. Неправильная идентификация действия гормонов и отделов нервной системы на физиологические процессы в организме человека.

Знать: определение рефлекса и рефлекторной дуги, строение и функционирование нервной системы человека, железы эндокринной системы и их гормоны, действие гормонов, принципы работы гипоталамо-гипофизарной системы, нервную и гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



Обратите внимание:
 Отделы анализаторов;
 Нарушения зрения;
 Состояния при гипо- и гиперфункции желез внутренней секреции;
 Отделы головного мозга;
 Орган слуха и орган зрения.

А	Б	В
Цифрой 2 обозначен отдел анализатора	Влияние симпатического отдела нервной системы вызывает	Сколько суммарно видов фоторецепторов (палочек и колбочек) имеется у человека с нормальным зрением
1 Периферический	1 Сужение зрачка	1 1
2 Проводниковый	2 Расширение зрачка	2 2
3 Центральный	3 Не изменяет диаметр зрачка	3 3
		4 4

Ответ:	А	Б	В
	2	2	4

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать отделы зрительного анализатора.

В части А: цифрой 2 обозначены зрительные нервы – это проводниковый отдел анализатора. Ответ: 2.

В части Б: влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы приводит к расширению зрачка. Ответ: 2.

В части В: у человека 4 вида фоторецепторов. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур нервной и эндокринной систем человека, их функций. Неправильная идентификация действия гормонов и отделов нервной системы на физиологические процессы в организме человека.

Знать: строение и свойства органических соединений, основные типы химических реакций, протекающих с их участием и их характеристики.

Выполните задание



А	Б	В
К каким классам/группам органических соединений относится дофамин?	Укажите число третичных атомов углерода в молекуле дофамина	Укажите формулу реагента X ₂ , если дофамин вступает в следующую цепочку превращений
1 фенол, первичный амин	1 1	1 HF
2 фенол, вторичный амин	2 2	2 CaF ₂
3 спирт, первичный амин	3 3	3 NH ₄ F
4 многоатомный спирт, первичный амин	4 4	4 AgF

Ответ:	А	Б	В
	1	1	4

Обратите внимание:

Представление о классификации органических веществ. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, алкадиенов, алкинов, аренов. Химические свойства кислородсодержащих соединений: спиртов, фенола, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, жиров, углеводов

В данном задании необходимо проанализировать иллюстрацию и сделать вывод об органическом веществе.

В части А: приведена формула дофамина - кислородсодержащего ароматического соединения, в молекуле которого содержится бензольное кольцо, две гидроксильных групп (ОН), присоединённых к бензольному кольцу и аминогруппа. Ответ: 1.

В части Б: под третичным атомом понимается атом углерода, в окружении которого находится три другие атома углерода. Ответ: 1.

В части В: необходимо указать формулу реагента X₂, если дофамин вступает в предлагаемую цепочку превращений. Здесь необходимо на черновике прописать уравнений реакций в соответствии с приложенной цепочкой превращений. Ответ: 4.

Типичные ошибки: неправильное определение классификационной принадлежности многофункциональных соединений, отсутствие умения правильно определять тип гибридизации, наличие или отсутствие центров пространственной изомерии, ошибки в сопоставлении химических свойств основных классов органических соединений на примере многофункционального вещества.

Знать: строение и свойства органических соединений, основные типы химических реакций, протекающих с их участием и их характеристики.

Выполните задание

МУСКАЛУР – углеводород состава $C_{23}H_{46}$, является половым аттрактантом комнатной мухи (*Musca domestica*)

А	Б	В
К какому классу органических соединений относится мускалур?	Укажите положение двойной связи по ИЮПАК в мускалуре, если одним из продуктов его окисления является пеларгоновая (нонановая) кислота	Укажите ряд реагентов, с которыми будет взаимодействовать мускалур
1 Арены	1 9	1 CaC_2, C_6H_6, CO_2
2 Алканы	2 10	2 O_3, O_2, N_2
3 Алкины	3 13	3 $H_2SO_4, NaOH, I_2$
4 Алкены	4 14	4 I_2, HBr, H_2O_2

Ответ:	А	Б	В
	4	1	4

Обратите внимание:

Представление о классификации органических веществ. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, алкадиенов, алкинов, аренов. Химические свойства кислородсодержащих соединений: спиртов, фенола, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, жиров, углеводов

В данном задании необходимо проанализировать иллюстрацию и сделать вывод об органическом веществе.

В части А: формула мускулура отвечает общей формуле C_nH_{2n} . Следовательно, этот углеводород относится к алкенам. Ответ: 4.

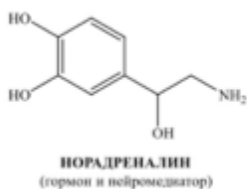
В части Б: необходимо указать положение двойной связи по ИЮПАК в мускалуре, если одним из продуктов его окисления является пеларгоновая (нонановая) кислота, разрыв цепи происходит между 9 и 10 атомами углерода углеводородной цепи. Следовательно, положение кратной связи в углеводороде по ИЮПАК находится в 9-ом положении. Ответ: 1

В части В: мускалур, как алкеновый углеводород, будет вступать в реакции галогенирования (с I_2), гидрогалогенирования (с HBr) и окисления 9 (с H_2O_2 – реакция Прилежаева). Ответ: 4

Типичные ошибки: неправильное определение классификационной принадлежности многофункциональных соединений, отсутствие умения правильно определять тип гибридизации, наличие или отсутствие центров пространственной изомерии, ошибки в сопоставлении химических свойств основных классов органических соединений на примере многофункционального вещества.

Знать: строение и свойства органических соединений, основные типы химических реакций, протекающих с их участием и их характеристики.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание



А	Б	В
К каким классам/группам органических соединений относится норадреналин?	Укажите число асимметрических (хиральных) атомов углерода в молекуле норадреналина	В организме человека норадреналин может превращаться в другой важнейший гормон – адреналин – по следующей схеме:  Укажите, к какому типу относится эта реакция
1 Многоатомный спирт, первичный амин	1 1	1 Присоединения
2 Фенол, первичный спирт, Первичный амин	2 2	2 Замещения
3 Фенол, вторичный спирт, вторичный амин	3 3	3 Отщепления
4 Фенол, вторичный спирт, первичный амин	4 4	4 Окисления

Ответ:	А	Б	В
	4	1	2

Обратите внимание:

Представление о классификации органических веществ. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Химические свойства углеводов: алканов, циклоалканов, алкенов, алкадиенов, алкинов, аренов. Химические свойства кислородсодержащих соединений: спиртов, фенола, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, жиров, углеводов

В данном задании необходимо проанализировать иллюстрацию и сделать вывод об органическом веществе.

В части А: приведена формула норадреналина - кислородсодержащего ароматического соединения, в молекуле которого содержится бензольное кольцо, три гидроксильных групп (ОН), одна из которых соединена со вторичным атомом углерода, а две присоединены к бензольному кольцу и аминогруппа. Ответ: 4.

В части Б: молекула имеет один асимметрический атома углерода – атом углерода, связанный с аминогруппой, спиртовой группой, ароматическим радикалом и атомом водорода. Ответ: 1.

В части В: реакция перехода норадреналина в другой важнейший гормон – адреналин протекает по аминогруппе норадреналина, в результате чего у атома азота замещается атом водорода на метильную группу. Таким образом, протекает реакция замещения. Ответ: 2.

Типичные ошибки: неправильное определение классификационной принадлежности многофункциональных соединений, отсутствие умения правильно определять тип гибридизации, наличие или отсутствие центров пространственной изомерии, ошибки в сопоставлении химических свойств основных классов органических соединений на примере многофункционального вещества.

Приложение 1

Теоретический материал по наиболее сложным темам

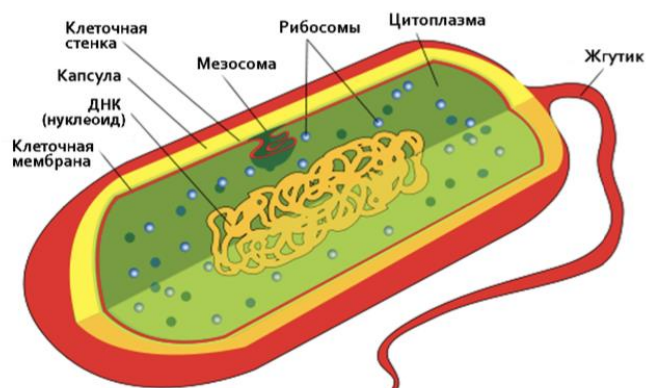
ТИПЫ КЛЕТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

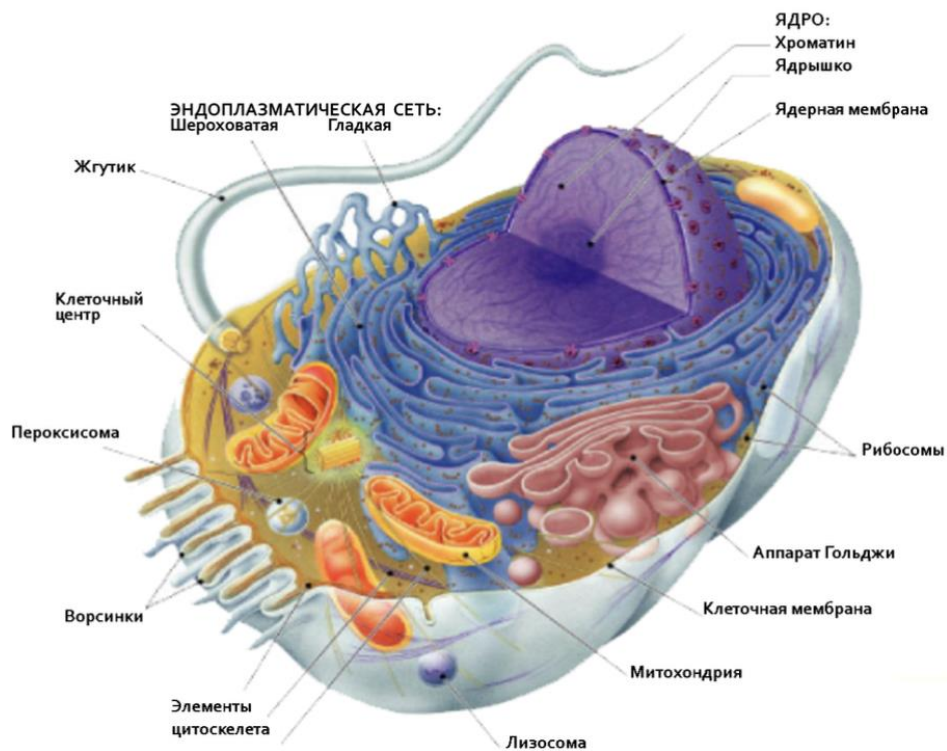
У *прокариот* и *эукариот* первичным носителем наследственной информации является ДНК. *Генетическая информация* закодирована в последовательности нуклеотидов ДНК. Она обеспечивает развитие организма в определенных условиях среды, а также необходима для воспроизведения организмов. В генетическом аппарате эукариотических организмов выделяют три уровня структурно-функциональной организации: *генный*, *хромосомный* и *геномный*. На каждом из них решаются специфические задачи информационного обеспечения процессов жизнедеятельности, размножения, индивидуального и исторического развития.

Клетка — элементарная биологическая система, способная самостоятельно поддерживать жизнь. В клетке находится наследственная информация, необходимая для существования организма и воспроизведения. Клетка обладает всеми свойствами живой системы: обменом веществ и энергии, способностью размножаться, видоизменяться, реагировать на раздражения и др. Различают два типа клеточной организации: прокариотический и эукариотический.

ПРОКАРИОТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА



ЭУКАРИОТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА



Нуклеиновые кислоты – неперiodические линейные гетерополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Нуклеотид состоит из *азотистого основания* (пуринового – аденин, гуанин или пиримидинового – цитозин, тимин в ДНК или урацил в РНК), *сахара* с пятью углеродными атомами (пентозы – дезоксирибозы в ДНК или рибозы в РНК) и 1–3 остатков *фосфорной кислоты*. Каждое пуриновое или пиримидиновое основание связано с 1'-углеродным атомом пентозы, образуя *нуклеозид*. С 3'-углеродным атомом пентозы связан гидроксил (ОН-группа). В молекуле *нуклеотида* атом 5'-С пентозы связан эфирной связью с фосфатом. В зависимости от числа фосфатных групп различают моно-, ди- и трифосфаты нуклеотидов, например, аденозинмонофосфат (АМФ), гуанозиндифосфат (ГДФ), уридинтрифосфат (УТФ), дезокситимидинтрифосфат (ДТТФ) и т.д.

ДНК – генетический материал клеток, представляет собой двухцепочечную спирально закрученную молекулу. Полимерные молекулы ДНК могут содержать от 2000 до 10^8 и более моонуклеотидов. Кольцевидная ДНК прокариот локализована в цитоплазме (нуклеоид, плазмиды). ДНК эукариот локализована в ядре в составе хроматина

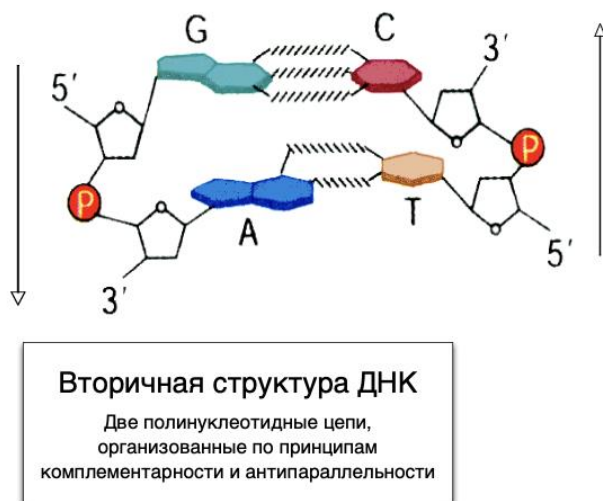
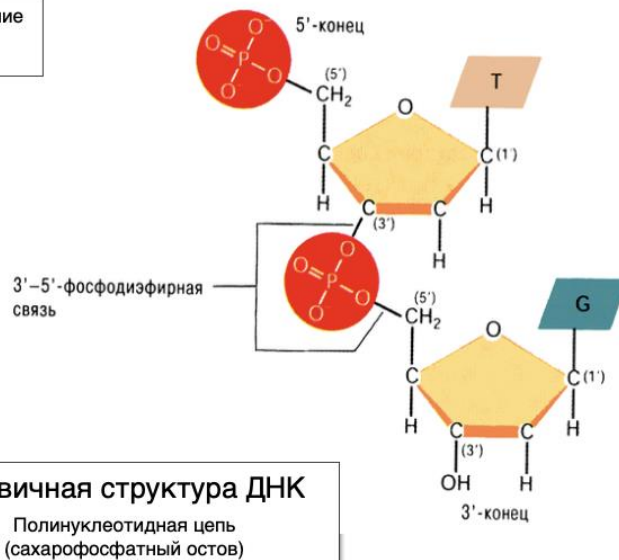
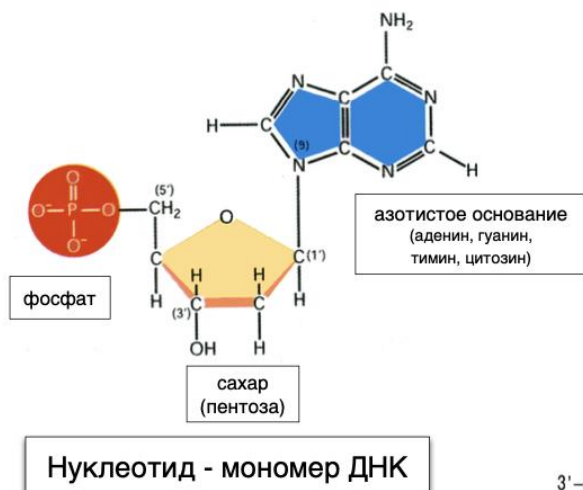
и в виде кольцевых молекул в хлоропластах и митохондриях. ДНК содержит информацию о структуре различных видов РНК и белков и нетранскрибируемые участки.

Соединенные друг с другом в варьирующем порядке нуклеотиды образуют цепь – это *первичная структура* ДНК. Под действием фермента ДНК-полимеразы к ОН-группе, находящейся у 3'-атома углерода одного нуклеотида, присоединяется через свою фосфатную группу (фосфат присоединен к 5'-атому углерода пентозы) следующий нуклеотид. Между двумя соседними мономерами образуется 3'-5'-*фосфодиэфирная связь*. Первичная структура ДНК эукариот состоит из информативных (*экзонов*) и неинформативных участков (*интронов*). У прокариот количество неинформативных участков минимально.

Цепь ДНК *полярна* – в начале цепи ДНК (на 5'-фосфатном конце) располагается первый нуклеотид с остатком фосфорной кислоты, а на другом (на 3'-гидроксильном конце) – находится последний нуклеотид с гидроксилем. Первичная структура ДНК необходима при *репликации, транскрипции, репарации, рекомбинации* ДНК и в ряде других элементарных генетических процессов.

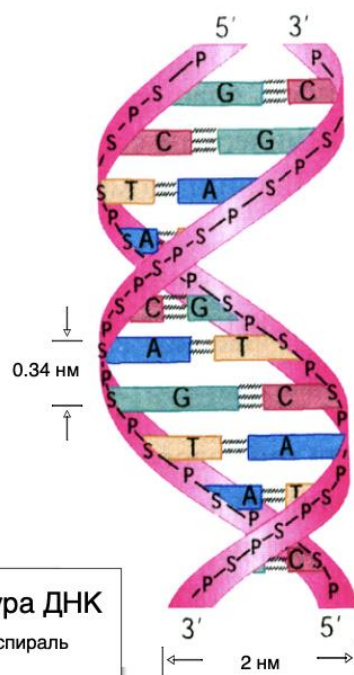
Вторичная структура ДНК представлена двойной спиралью, состоящей из двух полинуклеотидных цепей, направленных *антипараллельно*. *Комплементарные* азотистые основания антипараллельных цепей располагаются парами друг против друга и соединяются водородными связями (А-Т пары – две, Г-Ц – три). Спаривание происходит только между комплементарными основаниями: одним пуриновым и одним пиримидиновым. В ДНК количество А равно количеству Т, а количество Г – количеству Ц. В то же время так называемое соотношение оснований (А и Т)/ (Г и Ц) оснований видоспецифично. Спаривание комплементарных оснований в биологических системах обеспечивает возможность считывания и копирования информации, закодированной в нуклеиновых кислотах. В процессе *репликации* образуются идентичные дочерние молекулы ДНК. В процессе *транскрипции* – молекулы РНК. При *трансляции*, благодаря образованию спаренных оснований, кодоны молекул мРНК распознаются антикодонами тРНК.

СТРУКТУРА ДНК



Третичная структура ДНК

Правозакрученная β -спираль
1 виток - 10 п.н.



В процессе репликации ДНК происходит синтез двух дочерних молекул ДНК по матрицам цепей материнской молекулы ДНК. Каждая дочерняя молекула ДНК будет иметь одну материнскую цепь ДНК, а другая будет синтезирована на основе принципа комплементарности (*полуконсервативная репликация*). Способность ДНК к

самоудвоению лежит в основе *наследственности* – свойства живых систем передавать следующему поколению способность к определенному типу индивидуального развития и обмену веществ.

Репликация начинается с сайта инициации, или *ориджина* репликации. В ориджинах денатурация ДНК начинается с расхождения цепей двойной спирали и формирования двух *репликативных вилок* с характерной Y-образной формой. Последовательность ДНК, ограниченную двумя ориджинами репликации, называют единицей репликации, или *репликоном*. У прокариот молекула ДНК реплицируется как один репликон с одним ориджином. У эукариот отдельные хромосомы состоят из большого числа самостоятельных репликонов, что значительно сокращает суммарное время репликации.

Двойная спираль ДНК расплетается по ходу продвижения репликационной вилки. Это происходит с помощью белков ферментов – *ДНК-топоизомераз*. Обладая нуклеазной активностью, они обратимо разрывают цепь ДНК, ослабляя напряжение в двойной спирали ДНК и препятствуя образованию супервитков, и в конечном итоге релаксируют суперспираль ДНК. По окончании формирования репликативной вилки ферменты ликвидируют разрывы в цепи и отделяются от ДНК. *ДНК-геликаза* разрывает водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями двух полинуклеотидных цепей ДНК и продвигает репликативную вилку. Образующиеся при этом одинарные цепи ДНК связываются специальными белками (SSB – single strand DNA-binding proteins), которые растягивают остовы цепей, делая их азотистые основания доступными для связывания с комплементарными нуклеотидами, находящимися в нуклеоплазме. Комплементарный нуклеозидтрифосфат образует водородные связи с определенным азотистым основанием материнской цепи ДНК. Затем при участии фермента полимеразы он связывается фосфодиэфирной связью с предшествующим нуклеотидом вновь синтезируемой цепи, отдавая при этом неорганический пирофосфат.

Синтез дочерней цепи ДНК начинается с образования *праймера* (небольшой фрагмент РНК, состоящий из 8–10 рибонуклеотидов – *РНК-затравка*). Он необходим, т.к. *ДНК-полимеразы* не могут начать синтез цепи ДНК на матрице, а способны только добавлять новые дезоксирибонуклеотиды к 3'-ОН-концу уже имеющейся полинуклеотидной цепи. РНК-затравку синтезирует из рибонуклеозидтрифосфатов *РНК-*

полимераза (РНК-праймаза). После этого ДНК-полимераза последовательно наращивает цепь, шаг за шагом присоединяя дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (дАТФ, дТТФ, дГТФ, дЦТФ) к 3'-ОН-концу синтезируемой дочерней цепи. Матричная цепь ДНК считывается в направлении 3'→5', дочерняя цепь растет в направлении 5'→3'. Очередная 3'-5'-фосфодиэфирная связь синтезируется лишь в том случае, если последний (3'-концевой) нуклеотид растущей цепи ДНК образовал правильную комплементарную пару с соответствующим нуклеотидом матрицы. Репликативная вилка движется со скоростью порядка 500–5000 пар нуклеотидов у эукариот и около 100 000 пар нуклеотидов в минуту у прокариот.

ТРАНСКРИПЦИЯ

Ген образован полинуклеотидными последовательностями ДНК, которые кодируют образование либо молекулы РНК, либо полипептида. *Экспрессия гена* (реализация информации гена в организме) свидетельствует об его активности в онтогенезе и включает *транскрипцию ДНК, посттранскрипционные процессы, трансляцию РНК в рибосомах, посттрансляционные процессы*. Ген обладает следующими свойствами: *способность к репликации, стабильность, способность к мутациям, дискретность, специфичность, множественность действия (плейотропия), дозированность действия, способность взаимодействовать с другими генами.*

В ДНК только одна из цепей является матричной (*кодирующей*) и именно на ней образуются РНК-транскрипты. По матричной цепи ДНК фермент РНК-полимераза движется в направлении 3'→5'. Синтез цепи РНК идёт от 5'- к 3'-концу, при этом матричная цепь ДНК всегда антипараллельна синтезируемой нуклеиновой кислоте.

Инициация транскрипции происходит на промоторе гена. На его полинуклеотидной последовательности образуется транскрибирующий комплекс из *РНК-полимеразы* и белков – *общих факторов транскрипции*. Эти белки помогают РНК-полимеразе разрушить нуклеосомы, деспирализовать ДНК и определить сайт инициации. Первый рибонуклеотид комплементарно водородными связями соединяется с нуклеотидом матричной цепи ДНК сайта инициации. РНК-полимераза присоединяет последующие рибонуклеотиды к 3'-ОН-группе предыдущего нуклеотида с образованием 3'-5'-

фосфодиэфирной связи (элонгация или рост цепи РНК). Элонгации способствуют белковые факторы элонгации РНК.

Терминация синтеза РНК осуществляется в определенных участках матрицы – *терминаторах*. Раскручивание двойной спирали ДНК в области сайта терминации делает его доступным для белков – факторов терминации. Факторы терминации облегчают отделение РНК-полимеразы от матрицы и первичного РНК-транскрипта, комплементарного матрице.



Геном прокариот построен очень компактно. Количество некодирующих последовательностей нуклеотидов минимально. В связи с этим подавляющее большинство мРНК прокариот используется в биосинтезе белка в том виде, какой они имеют непосредственно по завершении транскрипции.

Первичные транскрипты РНК эукариот будут состоять из участков, комплементарных экзонам и интронам кодирующей части генов. В связи с этим

первичные транскрипты РНК, прежде чем будут использованы в ходе синтеза белка, подвергаются ряду модификаций. Посттранскрипционные модификации мРНК (процессинг мРНК) включает экзонирование, полиаденилирование и сплайсинг (**альтернативный сплайсинг**), в ходе которых образуются зрелые РНК. Посттранскрипционные процессы у эукариот осуществляются в ядре клетки.

ТРАНСЛЯЦИЯ

Трансляция – синтез полипептида по матрице мРНК, производимый рибосомой. Осуществляется на основе *генетического кода* – свойственного организмам способа кодирования аминокислотной последовательности белков с помощью определённой последовательности нуклеотидов в ДНК и мРНК (табл. 3.3). Свойствами генетического кода являются:

- триплетность – одна аминокислота в полипептидной цепочке закодирована тремя расположенными рядом нуклеотидами – ДНК/и-РНК – *триплетом*. Из четырёх типов нуклеотидов, объединяя их по три, можно получить 64 комбинации. При этом 61 триплет кодирует 20 аминокислот (*смысловые кодоны*), а 3 не имеют кодируемых аминокислот и служат для обозначения терминации трансляции (*бессмысленные* или *нонсенс-кодоны*, *стоп-кодоны*);
 - вырожденность – одну аминокислоту могут кодировать несколько триплетов;
 - неперекрываемость – один нуклеотид входит в состав только одного триплета;
 - коллинеарность – соответствие между последовательностью кодирующих триплетов и последовательностью аминокислот в полипептидной цепи;
 - специфичность – один триплет может кодировать только одну аминокислоту;
 - универсальность – генетический код един для всех живущих на Земле существ.

20 аминокислот, входящих в структуру белков, должны присутствовать в клетках организма человека в достаточном количестве. Недостаточное присутствие в пище хотя бы одной *незаменимой* аминокислоты может привести к снижению, а иногда и к полной остановке синтеза белка в клетке.

мРНК (иРНК) - посредник, передающий информацию с ДНК на рибосомы. Используется в качестве матрицы.

тРНК (в клетках человека около 50) – *адапторные молекулы*. Аминокислота присоединяется к *акцепторному участку* на 3'-конце молекулы с помощью специфичной для каждого типа тРНК *аминоацил-тРНК-синтетазы*, которая способна отличать свою аминокислоту от остальных. Фермент должен также узнавать тРНК, антикодон которой соответствует данной аминокислоте, причем не одну, поскольку в клетке имеется, как правило, несколько тРНК, способных присоединять одну и ту же аминокислоту.

Антикодоновая петля содержит *антикодон* – триплет нуклеотидов, комплементарный определенному кодону мРНК. Иногда в первом положении антикодона стоит нетипичное для РНК азотистое основание *инозин*, которое способно комплементарно соединяться с любым из трех азотистых оснований: урацилом, аденином и гуанином кодонов мРНК. Благодаря этому одна тРНК способна распознавать несколько кодонов-синонимов мРНК, чем, собственно, и обеспечивается свойство вырожденности генетического кода. Также в тРНК различают *D-домен*, который служит для специфического узнавания *аминоацил-тРНК-синтетазой* конкретной тРНК, и *T-домен*, отвечающий за связывание *аминоацил-тРНК* с рибосомой.

Рибосомы состоят из большой и малой субъединиц и имеют 3 сайта каталитического (пептидилтрансферазного) центра рибосомы: *аминоацильный* (А-сайт), *пептидильный* (Р-сайт) и *сайт отсоединения тРНК* от рибосомы (Е-сайт)

Матричный синтез полипептидной цепи на рибосоме подразделяют на три стадии: инициации, элонгации и терминации. На каждой из этих трех стадий в работе рибосомы принимают участие специальные белковые факторы инициации, элонгации и терминации. Энергия для биосинтеза белка обеспечивается гидролизом макроэргических связей ГТФ.

Матрицей для образования полипептидной молекулы служит мРНК, которая связывается с одной или несколькими рибосомами.

На этапе инициации малая субъединица рибосомы садится на 5'-конец мРНК в области кэпа и движется вдоль молекулы мРНК, достигая стартового кодона мРНК – АУГ. К данному кодону мРНК присоединяется своим антикодомом *инициирующая тРНК*, связанная с метионином. Затем к *стартовому комплексу* присоединяется большая субъединица рибосомы.

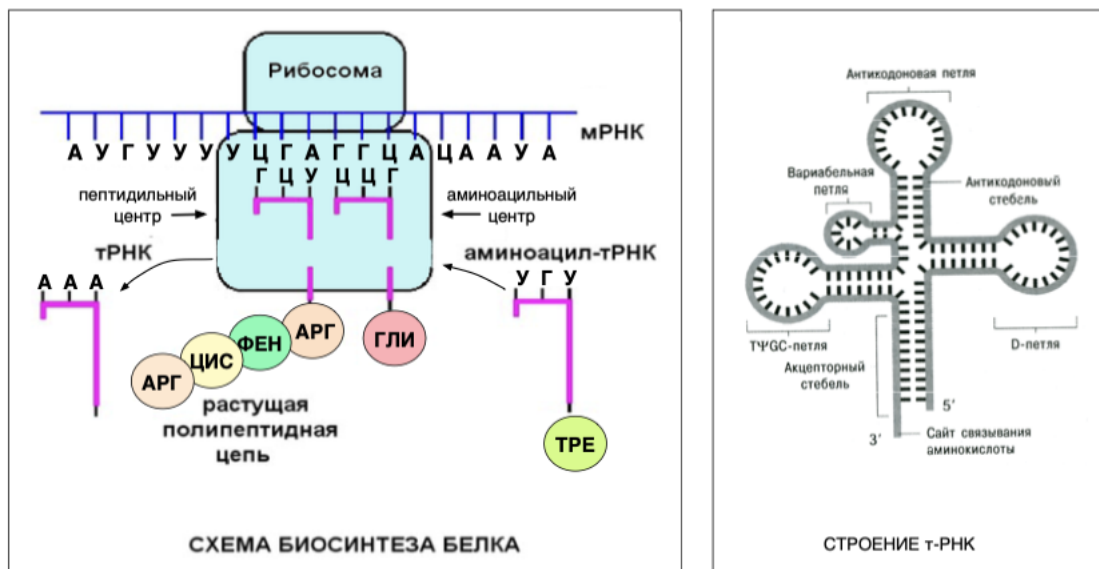
В Р-центре оказывается АУГ-кодон мРНК с присоединённой к нему тРНК, несущей метионин.

Элонгация происходит на основе информации триплетов мРНК, следующих за иницирующим кодоном в направлении от 5'- к 3'-концу (рис. 3.1). Связывание аминоксил-тРНК в А-центре рибосомы происходит лишь в том случае, если антикодон аминоксил-тРНК комплементарен и антипараллелен кодону мРНК в А-центре. Образуется первая пептидная связь. Этот процесс обеспечивает ферментативная активность 28S рРНК. Эти каталитически активные РНК получили название *рибозимов*. В результате тРНК в Р-центре теряет связь со своей аминокислотой, которая переносится из Р-центра в А-центр. Затем происходит *транслокация* рибосомы, в результате чего синтезируемый пептид, связанный с тРНК, перемещается из А-центра в Р-центр. Свободная от аминокислоты тРНК в Е-участке отсоединяется от рибосомы, а в область А-центра попадает следующий кодон мРНК. Повторение таких циклов по числу смысловых кодонов мРНК завершает весь этап элонгации.

Рибосома перемещается вдоль молекулы мРНК в направлении 5'→3' от одного кодона к другому до тех пор, пока не достигнет какого-либо из стоп-кодонов в А-сайте рибосомы. К этому стоп-кодону присоединяется затем фактор освобождения, останавливающий трансляцию и вызывающий отделение завершённого полипептида от рибосомы (терминация трансляции).

Трансляция происходит по конвейерному принципу: по мере продвижения первой рибосомы к 3'-концу мРНК для следующей рибосомы становится доступным 5'-нетранслируемый участок мРНК. Одну цепь мРНК, как правило, одновременно транслируют сразу несколько рибосом. Такой комплекс рибосом, соединённых цепью мРНК и постепенно продвигающийся к её 3'-концу, называют полисомой (или полирибосомой).

Следует помнить, что образованный в результате трансляции полипептид не обладает функциональной активностью. Поэтому вслед за трансляцией осуществляются посттрансляционные процессы (фолдинг). Фолдингом белка называют процесс спонтанного сворачивания полипептидной цепи в уникальную пространственную (третичную) структуру.



ХРОМОСОМЫ. КАРИОТИП

Хромосома бактерий представлена кольцевой спирализованной молекулой ДНК. ДНК складывается в петли, основания которых фиксируются негистоновыми белками. Хромосомная ДНК бактерий находится в *нуклеоиде*, не отграниченным от остальной цитоплазмы мембраной. Экстрахромосомная ДНК бактерий представлена *плазмидами* цитоплазмы – небольшими кольцевыми молекулами ДНК.

В ядрах эукариотических клеток многочисленные парные линейные молекулы ДНК в комплексе с белками образуют *хромосомы*. Экстрахромосомная ДНК эукариот представлена кольцевидными молекулами митохондрий и пластид. Хромосомная организация наследственного материала эукариот связана со значительным увеличением его объема по сравнению с прокариотами.

Хромосомы – морфофункциональные единицы ядра эукариотической клетки. Они обеспечивают *хранение, реализацию и передачу* наследственной информации. Хромосомы, имеющие в процессе деления клетки вид конденсированных, отдельных, хорошо различимых телец, в период интерфазы частично деконденсируются, и такое их состояние называется *хроматин*. В состав хроматина входят ДНК, гистоны и негистоновые белки, несколько видов РНК, липиды, полисахариды, ионы металлов. *Гистоны* – основные (щелочные) белки, они представлены 5 классами: Н1, Н2А, Н2В, Н3 и Н4. Восемь молекул Н2А, Н2В, Н3 и Н4 (по 2 молекулы каждого класса) образуют *нуклеосому*, на которую накручена ДНК (1,75 витка или примерно 146 пар нуклеотидов). Поверхность молекул

гистонов заряжена положительно, а молекула ДНК – отрицательно, что обеспечивает макромолекулярные взаимодействия между ними. Витки ДНК на коре нуклеосомы удерживаются гистоном H1, который связывается с кором нуклеосомы на участках входа и выхода ДНК. Упаковка нуклеосом в *хроматиновую фибриллу* зависит от взаимодействия гистона H1 с *линкерным* участком ДНК (около 60 пар нуклеотидов ДНК между нуклеосомами).

Фракция *негистоновых* кислых белков включает более 100 разновидностей. Среди них – ферменты транскрипции, процессинга, редупликации ДНК и ряд других. РНК в составе хромосом представлены как незавершенными транскриптами, сохраняющими связь с ДНК хромосомы, так и фракциями РНК небольшой молекулярной массы, выполняющими регуляторную функцию. Функциональная роль липидов и полисахаридов до конца не ясна. Ионы металлов (Mg^{2+} , Ca^{2+}), возможно, участвуют в обеспечении условий для приобретения определенной конформации макромолекул и их взаимодействий.

Двойная спираль ДНК вследствие образования комплекса с гистонами образует *нуклеогистоновую нить*. Далее нуклеогистоновая нить укладывается в спираль – *хроматиновую фибриллу* (рис. 4.3). Укладка хроматиновой фибриллы в петли с участием негистоновых белков образует интерфазную *петельную хроматиновую фибриллу*. Дальнейшая компактизация приводит к образованию *хроматид*. Метафазная хромосома состоит из 2 хроматид (две молекулы ДНК), которые в анафазе митоза расходятся к разным полюсам и попадают в дочерние клетки.

Функциональными элементами хромосом эукариот являются *центромера*, *теломеры* и *сайты инициации* репликации. В области центромеры *сестринские хроматиды* (дочерние молекулы ДНК) прикрепляются к митотическому веретену, что обеспечивает их точное расхождение в дочерние клетки в митозе. На центромере происходит сборка *кинетохора* – сложной белковой структуры, определяющей прикрепление хромосомы к микротрубочкам веретена деления, обеспечивающим движение дочерних хромосом в митозе. Центромера делит хромосомы на две части, называемые *плечами*. Короткое плечо хромосомы обозначают буквой *p*, длинное плечо – буквой *q*. В зависимости от расположения центромеры хромосомы могут быть *метацентрическими* (центромера в

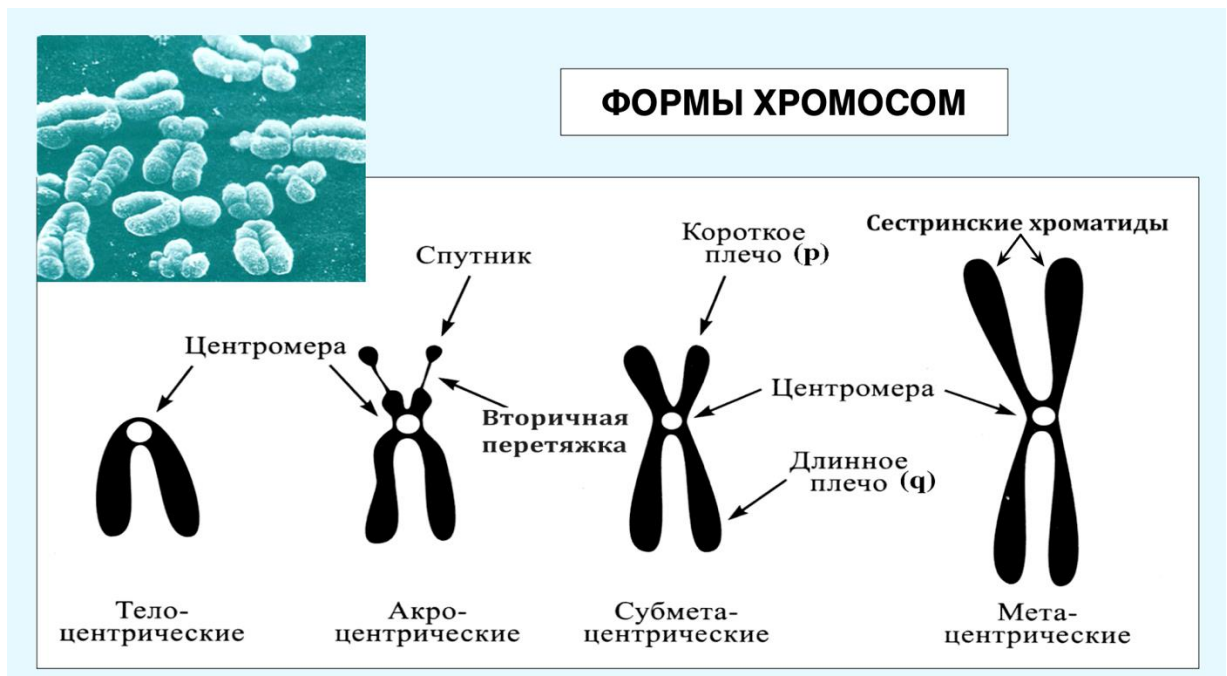
центре хромосомы), *субметацентрическими* (центромера ближе к одному из концов хромосомы), *acroцентрическими* (центромера занимает место на конце хромосомы). Некоторые хромосомы на конце плеча имеют *вторичную перетяжку* (*ядрышковый организатор*), которая содержит рибосомные гены и отделяет часть хромосомы, называемую *спутником* (рис. 4.5, 4.6). Ядрышковые организаторы расположены на коротких плечах акроцентрических хромосом 13, 14, 15, 21 и 22. Ядрышко связано с образованием рибосом.

Диплоидный набор хромосом, характерный для каждого биологического вида, обозначают термином *кариотип*. К признакам, характеризующим кариотип, относят число, размер и форму хромосом, положение центромеры, наличие вторичных перетяжек, чередование гетерохроматиновых и эухроматиновых участков и др. Постоянство всех признаков видового кариотипа обеспечивается процессами *репликации ДНК*, *распределения хромосом в клетках в процессе их деления и оплодотворения*.

Изучение кариотипа проводится с применением *цитогенетического метода*. Используют соматические клетки, имеющие ядро и способные делиться. Клетки помещают в культуру (*in vitro*), стимулируют их деление. Блокированные в метафазе клетки фиксируют и окрашивают. Существуют различные методики окраски хромосом: рутинная, дифференциальная, FISH-метод и др. Результаты идентификации хромосом на препарате представляют обычно в виде *идиограммы*. В кариотипе человека выделяют группы *метацентрических, субметацентрических и акроцентрических* хромосом.

Согласно Денверской классификации 23 пары хромосом человека были разделены на 7 групп: А (метацентрики – 1, 3 и субметацентрики – 2; В (субметацентрики – 4, 5; С (мета- и субметацентрики) – 6–12 и X-хромосома; D (acroцентрики со спутниками) – 13, 14 и 15; Е (короткие метацентрики и субметацентрики) – 16, 17, 18; F (небольшие метацентрики) – 19 и 20; G (acroцентрики) – 21, 22 и Y-хромосома.

Парижская классификация основана на применении дифференциальных методов окраски хромосом. Использование дифференциальной окраски позволило разделить q и p плечи хромосом, а в них выделить *сегменты*. Характер расположения сегментов по длине хромосом различен, что дает возможность достаточно точно идентифицировать каждую хромосому в кариотипе.



ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изменчивость – свойство организмов приобретать новые признаки и свойства, отличающиеся от родительских особей. Изменения фенотипа могут возникнуть под воздействием внешней среды или появляется в результате изменений наследственного материала организма. Различают ненаследственную (*модификационную*) и наследственную (*комбинативную* и *мутационную*) изменчивость. В живой природе существуют различия не только между индивидами разных видов, но и между индивидами одного и того же вида, сорта, породы и т.п. В пределах одного вида практически не встречаются совершенно идентичные особи (за исключением монозиготных близнецов). Разнообразие организмов, несомненно, представляет собой наиболее характерную особенность живого мира. Благодаря разнообразию различные группы особей могут использовать разные факторы среды, что позволяет им расселиться практически повсеместно. Разнообразие также является основой эволюции.

Внезапные, случайные наследуемые изменения генетического материала, вызывающие изменения каких-либо признаков и свойств организма, называют *мутациями*. Различают *генные*, *хромосомные* и *геномные* мутации.

Изменения последовательности нуклеотидов в пределах гена представляют собой *генную* (точковую) мутацию. Такие изменения могут возникать в результате нарушения процессов репликации, рекомбинации, репарации и затрагивают обе цепи ДНК. Мутации,

как правило, вредны для организма и нередко бывают причиной *генных болезней*, уродств или гибели особи ещё на стадии зародышевого развития. Различают *генеративные* мутации, возникающие в половых клетках и передающиеся по наследству, и *соматические* мутации, образующиеся в соматических клетках, не участвующих в половом размножении. Соматические мутации приводят к возникновению *генетических мозаик*, т.е. к наличию в тканях (растения, животного, человека) генетически различающихся клеток.

Минимальной единицей мутирования – *мутоном* является одна пара комплементарных нуклеотидов. Различают два основных типа внутригенных точковых мутаций: *замену оснований* и *выпадение или вставку одного или нескольких нуклеотидов*.

Генные мутации могут быть:

- со сдвигом рамки считывания (выпадение или вставка одного или нескольких нуклеотидов);
- без сдвига рамки считывания (замена или поворот на 180° (инверсия) одного или нескольких нуклеотидов).

Генные мутации могут приводить:

- к образованию триплета-синонима;
- к изменению смысла триплета;
- к образованию нонсенс кодона;
- к изменению нескольких триплетов.

В результате данных мутаций возможно отсутствие изменений признака, появление нового варианта признака, который в том числе может обуславливать различные патологические состояния и даже гибель организма. Генные мутации составляют основу возникновения *новых аллелей* (вариантов гена) и обуславливают явление *множественного аллелизма* (наличие в генофонде популяции более двух аллелей одного гена), что проявляется в разнообразии генотипов особей и в многообразии вариантов признаков у индивидуумов вида (полиморфизме популяции).

Генные мутации лежат также в основе *генных болезней*. Например: в популяциях людей существует множество вариантов гемоглобиновых генов (*Hb A*, *Hb C*, *Hb S*, *Hb Coventry*, *Hb Constant Spring*). *Hb A* – нормальный для взрослого человека включает 2 α - и 2 β -цепи. Аномальные гемоглобины приводят к развитию у человека серповидноклеточной анемии и различных форм талассемий. К моногенным болезням, вызванным наличием в генотипе мутированного гена, относятся также, например, гемофилия, ахондроплазия, фенилкетонурия, дальтонизм.

Хромосомные мутации (абберации или перестройки) – изменения структуры хромосом, возникающие вследствие неравноценного кроссинговера или разрывов хромосом под действием мутагенов и неправильного воссоединения их фрагментов. К хромосомным мутациям относятся *внутрихромосомные*: делеция, дефишенси, дупликация, инверсия, транспозиция, и *межхромосомные*: транслокация. Хромосомные мутации приводят к формированию аномальных хромосом (кольцевых, дицентрических, с хроматидным пробелом и др.).

Наиболее часто встречаются делеции или отрывы отдельных участков хромосом или хроматид. Иногда оторвавшиеся участки теряются из кариотипа, но нередко они обнаруживаются среди нормальных хромосом в виде так называемых парных либо непарных *ацентрических фрагментов* (в зависимости от того, состоят ли они из участков одной или двух хроматид). Ацентрические фрагменты отличаются от мелких хромосом отсутствием центромеры. Если небольшие делеции происходят в одной хроматиде, их результаты обнаруживаются в виде *хроматидных пробелов* или разрывов (хроматиды выглядят прерывистыми). При одновременных делециях обоих концевых или теломерных районов одной хромосомы концы оставшейся части хромосомы могут соединяться друг с другом, образуя *кольцевидную хромосому*. Концевые делеции двух хромосом могут привести к соединению их областями, лишенными теломеров, с образованием *дицентрических хромосом*. Такие хромосомы характеризуются двумя первичными перетяжками. Реже можно встретить три- и полицентрические хромосомы, возникающие как результат последовательного соединения 3 и более хромосом. Если негомологичные хромосомы обмениваются участками хроматид, возникают хромосомы, параллельно соединяющиеся друг с другом своими плечами таким образом, что формируются крестообразные фигуры. Абберации такого рода называются *реципрокными* (взаимными)

хроматидными обменами. При присоединении участка одной хромосомы к другой, не гомологичной данной, возникают транслокации. При этом одна из пары гомологичных хромосом оказывается заметно укороченной, а хромосома другой пары оказывается удлинённой. Изменения полярности участков хромосом или инверсии легко обнаруживаются только при специальной дифференциальной окраске хромосом. Однако крупные инверсии выделяются несоответствием длины плеч в парах гомологичных хромосом. Как инверсии, так и транслокации выявляются обычно не в метафазных пластинках, а на кариограммах.

Геномные мутации представляют собой изменения числа хромосом в диплоидном наборе. Различают два типа геномных мутаций. Первый – *анеуплоидии*, изменение числа отдельных хромосом. При этом кариотип соответствует формуле $2n \pm k$, где $2n$ – диплоидный набор хромосом, $k \neq n$. Например, *моносомия* – есть только одна хромосома из пары, общее число хромосом в кариотипе человека – 45; *трисомия* – три гомологичных хромосомы вместо двух, в этом случае общее число хромосом в кариотипе человека – 47.

Второй тип – *полиплоидии*, кариотип соответствует формуле kn , где n – гаплоидный набор хромосом, $k > 2$ (например, *триплоидия* у человека – 69 ($3n$) хромосом, гомологичные хромосомы представлены не парами, а тройками. К этому же типу относят *гаплоидию* (число хромосом в кариотипе = n). Основной механизм возникновения геномных мутаций – нарушение расхождения хромосом и хроматид при делении клеток.

Хромосомные и геномные мутации приводят к нарушению доз генов в генотипе (генному дисбалансу), что сопровождается гибелью организма или развитием часто тяжелой клинической картины *хромосомных болезней*. Мутации крупных аутосом обычно с жизнью не совместимы. Большинство клинических синдромов обусловлены мутациями половых хромосом или мелких аутосом. Основным методом лабораторной диагностики хромосомных и геномных мутаций – *цитогенетический*. При написании кариотипа указывается общее число хромосом, далее, через запятую, половой хромосомный комплекс: 46,XX или 46,XY.

В результате нарушений митоза возникают мутации в соматических клетках организма – *соматические мутации*. При делении соматической клетки, содержащей мутацию, ее унаследуют только потомки данной клетки. Вследствие этого в организме

образуются клеточные группы, имеющие отличающийся генетический материал. Это явление называется *мозаицизм*. Мозаик – это особь, имеющая клеточные популяции с разным набором генетического материала (например, мозаичный вариант синдрома Дауна 47+21/45-21/46. Клиническая картина менее выражена).

Изменения генетического материала половых клеток, называемые *генеративными мутациями*, являются результатом нарушения мейоза. Генеративные мутации передаются в ряду поколений организмов, размножающихся половым путем, т.к. приводят к образованию гамет с несбалансированным числом хромосом и формированию аномальных зигот.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Онтогенез — индивидуальное развитие особи, совокупность ее преобразований от момента появления зиготы до гибели. Онтогенез обусловлен реализацией наследственной информации зиготы, которая получена от родителей. Развитие организма обусловлено делением клеток, клеточной дифференцировкой и морфогенезом. Разные типы тканей многоклеточного организма возникают в результате дифференциальной экспрессии генов клеток с изначально одинаковой ДНК. Выделяют следующие типы онтогенеза у животных:

1) Непрямой, или личиночный (с метаморфозом), тип развития. Характерен для многих видов беспозвоночных и некоторых позвоночных животных (рыб, земноводных). Он обусловлен относительно малым запасом желтка в яйцах этих животных, а также необходимостью смены среды обитания в ходе развития, либо необходимостью расселения видов, ведущих сидячий, малоподвижный или паразитический образ жизни.

2) Прямой (без личиночной стадии). Встречается в двух вариантах:

- Яйцекладный. Имеет место у ряда беспозвоночных, а также у рыб, пресмыкающихся, птиц и однопроходных млекопитающих, яйца которых богаты желтком. Среди позвоночных — животные, зародыш которых длительное время развивается внутри яйца. При этом основные жизненные функции у таких зародышей осуществляются специальными провизорными органами — зародышевыми оболочками.

- Внутриутробный. Характерен для сумчатых и плацентарных млекопитающих (в том числе и человека), яйцеклетки которых имеют мало желтка или почти лишены его. Жизненные функции зародыша осуществляются через зародышевые оболочки и плаценту.

Весь онтогенез принято делить на три периода:

1. Проэмбриональный период (прогенез), или предзародышевое развитие, включающее процессы гаметогенеза и оплодотворения.

2. Эмбриональный период (эмбриогенез), или зародышевое развитие. Этот период начинается с момента образования зиготы и заканчивается рождением организма, т.е. выходом его из оболочек яйца или из материнского организма. У человека этот период носит название пренатального.

Эмбриогенез, в свою очередь, включает стадии зиготы, дробления, гаструляции, гисто- и органогенеза. У Хордовых выделяют начальный этап органогенеза — нейруляцию, в ходе которой у амниот обычно также происходит образование зародышевых оболочек.

3. Постэмбриональный период, или послезародышевое развитие. Начинается с момента рождения организма и продолжается вплоть до его смерти. У человека носит название — постнатальный период.

Период прогенеза протекает в организме родительских особей. Его сущность — образование полноценных женских и мужских гамет, которые попарно сливаются в процессе оплодотворения. Основные этапы гаметогенеза. На ранних стадиях эмбриогенеза у многоклеточных животных в результате дифференцировки происходит разделение клеток на соматические (из которых развиваются ткани и органы) и половые клетки. Половые клетки являются потомками тотипотентных (равнонаследственных) клеток, присутствующих в бластодерме зародыша. Оттуда у амниот они попадают в энтодерму желточного мешка, затем мигрируют в стенку кишки зародыша, после чего перемещаются в закладку гонады. Первичные половые клетки называются гоноцитами. Если половая железа дифференцируется в семенник, гоноциты вместе с зачатками семенных канальцев перемещаются в мозговой слой гонады, а если образуется яичник, то гоноциты остаются на периферии гонады, в ее корковом слое. При попадании в зачатки половых желез гоноциты превращаются в гонии и начинают усиленно размножаться путем обычных митотических делений. В течение периода размножения формирующиеся женские половые клетки называются овогониями, а мужские — сперматогониями. Размножение сперматогониев в семенных канальцах происходит в течение всего периода половой зрелости самца, у теплокровных животных непрерывно, а у холоднокровных — с сезонной ритмичностью. У самок млекопитающих период размножения овогониев заканчивается еще у эмбриона, до рождения. Однако у низших позвоночных и у

большинства других животных размножение овогоний в яичнике продолжается и у взрослых форм. Вторая стадия гаметогенеза носит название периода роста. Клетки, приступившие к росту, называются овоцитами I порядка или сперматоцитами I порядка. В это время в ядрах обоих типов клеток осуществляется репликация ДНК и они вступают в профазу I мейоза. Период роста в овогенезе разделяют на две фазы: превителлогенез (фаза малого роста) и вителлогенез (фаза большого роста). Превителлогенез характеризуется интенсивным синтезом РНК. Объем клетки за это время возрастает сравнительно мало. Вителлогенез характеризуется быстрым накоплением желтка. При этом объем овоцита начинает резко увеличиваться за счет увеличения количества цитоплазмы, что ведет к существенному уменьшению ядерно-плазменного отношения. В синтезе желтка принимает участие сам овоцит и часто другие органы животных, например, печень у позвоночных, жировое тело у насекомых. Третья стадия гаметогенеза называется периодом созревания. По сути, это переход клетки из диплоидного состояния в гаплоидное, который осуществляется при помощи двух делений мейоза. При сперматогенезе из одного сперматоцита I порядка после 1-го деления мейоза образуются два сперматоцита II порядка, а после 2-го деления мейоза образуются четыре сперматиды. При овогенезе из одного овоцита I порядка образуются один овоцит II порядка и редуцированная клетка — 1-е редуционное тельце (в него отходит половина хромосомного набора). После 2-го деления мейоза из овоцита II порядка образуются одна крупная зрелая яйцеклетка, или овотида, и одно 2-е полярное (редуционное) тельце (их может быть и три, если разделится 1-е редуционное тельце). Четвертая стадия — период формирования, или спермиогенез. Характерен только для сперматогенеза. В этот период сперматиды в результате сложных преобразований дифференцируются в сперматозоиды, для которых характерно резкое увеличение ядерно-плазменного отношения. Важнейшими процессами являются: потеря значительной части цитоплазмы, образование акросомы (видоизмененный комплекс Гольджи), уплотнение ядра, образование жгутика. Уже в процессе митотических делений происходит неполное разделение цитоплазмы между сперматогониями. Это ведет к образованию клонов — потомков каждого сперматогония. Клональность сохраняется до 2-го деления созревания, только сперматиды становятся обособленными клетками. Благодаря образованию клонов созревание сперматозоидов происходит синхронно. Важную роль в процессе гаметогенеза играют особые соматические клетки гонад, обеспечивающие питание и превращение гоний в зрелые половые клетки. В яичниках —

это фолликулярные клетки, образующиеся из коркового слоя яичника. В семенниках — это крупные клетки Сертоли, или трофические клетки, располагающиеся во всем пространстве от наружного слоя семенного канальца до его просвета.

Оплодотворение — это процесс слияния двух гаплоидных половых клеток, ведущий к образованию одной диплоидной клетки — зиготы. В процессе оплодотворения сперматозоид активирует яйцеклетку к развитию и вносит в яйцеклетку наследственный материал отца. Оплодотворение у человека происходит в ампулярной (расширенной) части маточной трубы. В эякуляте человека содержится около 50–150 млн сперматозоидов. И только несколько сотен достигают ампулярной части. В женских половых путях они сохраняют способность к оплодотворению до 2 суток.

Дробление — процесс митотических делений зиготы, в результате которых образуется многоклеточный зародыш — бластула. Бластула имеет полость — бластоцель и слой клеток — бластодерму, состоящую из бластомеров. Особенностью делений дробления является практически полное отсутствие в митотическом цикле периодов G1 и G2. Репликация ДНК в S-периоде идет синхронно во всех репликалах, при этом наблюдается больше точек инициации. Вследствие этих причин деление происходит значительно быстрее, чем в обычных соматических клетках. Клетки, возникающие в результате дробления (бластомеры), заключают в себе разные участки ооплазмы зиготы. Значение дробления заключается в накоплении клеточного материала, необходимого для первичной дифференцировки зародыша, и в восстановлении ядерно-плазменного отношения, нарушенного в ходе гаметогенеза.

Важнейшим следствием дробления является распределение морфогенетически активных веществ по разным бластомерам, что приводит к их разнокачественности и определяет их дальнейшую дифференцировку в ткани и органы. Борозды дробления, отделяющие бластомеры друг от друга, в зависимости от направления, делят на меридиональные, экваториальные, широтные.

Вслед за дроблением и бластуляцией (период позднего асинхронного дробления, когда возникает полость — бластоцель) начинается следующий этап эмбриогенеза — гаструляция. Гаструляция — это процесс образования зародышевых листков: эктодермы, энтодермы и мезодермы. Сущность гаструляции заключается в том, что из первоначально недифференцированного клеточного материала бластулы в процессе гаструляции

образуются зародышевые листки — эктодерма (наружный), энтодерма (внутренний) и мезодерма (средний).

Гисто- и органогенез — образование тканей и органов зародыша. Различают первичный органогенез, или нейруляцию, в ходе которой у Хордовых формируется осевой комплекс органов: нервная трубка, хорда, вторичная кишка и мезодермальные комплексы. Собственно органогенез приводит к формированию отдельных органов.

В отличие от дробления и гаструляции первичный органогенез у представителей хордовых протекает сходно. Единый план строения этих животных определяется тем, что у всех хордовых первичный организатор — хорда — индуцирует развитие над собой нервной трубки. По бокам от хорды располагаются сомиты, а вентрально — вторичная кишка. Двуслойная гаструла ланцетника включает наружный слой — эктодерму и внутренний — энтодерму. Внутренний слой образует стенку первичной кишки (архентерона), в состав которой, кроме собственно энтодермы, входят также зачатки хорды и мезодермы. Индукционное воздействие хордо-мезодермы вызывает дифференцировку спинной эктодермы в нейроэктодерму и последовательное образование из нее нервной пластинки, нервного желобка и нервной трубки с полостью невроцелем. Параллельно с образованием нервной трубки у ланцетника обособляется мезодерма из боковых участков первичного кишечника энтероцельным способом, а внутри мезодермальных зачатков образуется целом. Медиальная часть крыши архентерона сворачивается в трубку, а затем образует плотный тяж — хорду. Кишечная энтодерма, составляющая дно первичной кишки, тоже сворачивается в трубку с образованием вторичной кишки.

Провизорными называются временные органы, функционирующие у личинок и зародышей и отсутствующие во взрослом состоянии. К ним относятся: желточный мешок, амнион, сероза (или хорион) и аллантоис. Среди перечисленных органов желточный мешок эволюционно более ранний. Формирование аллантоиса и зародышевых оболочек, амниона, серозы (хориона) позволило осуществить переход эмбрионального развития из водной среды в наземную.

УГЛЕВОДЫ

Главной особенностью органических веществ является их многофункциональность. Эти соединения либо могут иметь природное происхождение (например, аминокислоты,

пептиды, жиры, углеводы, гормоны, феромоны, вторичные метаболиты растений), либо быть синтетическими и полусинтетическими лекарственными препаратами или биологически активными добавками (БАДы).

Углеводы — органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп.

Классификация углеводов:



По конфигурации последнего хирального атома углерода моносахариды подразделяются на:

- углеводы D– ряда;
- углеводы L– ряда.

Моносахариды могут существовать как в открытой форме, так и в циклической форме. В зависимости от расположения гидроксильной группы относительно цикла различают α – и β –аномеры.

В водном растворе чистые формы глюкозы претерпевают таутомерные превращения до тех пор, пока установится равновесие. Можно рассчитать содержание аномеров глюкозы: концентрация α –формы составляет 35%, β –формы – 65%.

Химические свойства глюкозы

1. Реакция глюкозы как альдегида.

Глюкоза содержит в своем составе пять гидроксильных групп и одну альдегидную группу. Поэтому она относится к альдегидоспиртам. Ее химические свойства похожи на свойства многоатомных спиртов и альдегидов. Реакция с гидроксидом меди (II) демонстрирует восстановительные свойства глюкозы. Прильем к раствору глюкозы несколько капель раствора сульфата меди (II) и раствор щелочи. Осадка гидроксида меди не образуется.

Раствор окрашивается в ярко-синий цвет. В данном случае глюкоза растворяет гидроксид меди (II) и ведет себя как многоатомный спирт. Нагреем раствор. Цвет раствора начинает изменяться. Сначала образуется желтый осадок Cu_2O , который с течением времени образует более крупные кристаллы CuO красного цвета. Глюкоза при этом окисляется до глюконовой кислоты.

2. Реакции брожения

Молочнокислое брожение — вид брожения, конечным продуктом при котором выступает молочная кислота. Этот вид брожения осуществляют молочнокислые бактерии. Кроме того, молочнокислое брожение происходит в мышечных волокнах человека и животных в условиях недостатка кислорода. Накопление молочной кислоты является одной из причин развития утомления мышц.

АМИНОКИСЛОТЫ, БЕЛКИ

Аминокислоты — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы.

Аминогруппа в молекуле аминокислоты вступает во взаимодействие с входящей в её состав карбоксильной группой, образуя внутреннюю соль. Ионизация молекул аминокислот зависит от характера среды. Так как аминокислоты в водных растворах ведут себя как типичные амфотерные соединения, то в живых организмах они играют роль буферных веществ, поддерживающих определенную кислотность среды.

Белки (протеины, полипептиды) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из α -аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью. При образовании белка в результате взаимодействия α -карбоксильной группы ($-\text{COOH}$) одной аминокислоты с α -аминогруппой ($-\text{NH}_2$) другой аминокислоты образуются пептидные связи. Концы белка называют N- и C-концом, в зависимости от того, какая из групп концевой аминокислотного остатка свободна: $-\text{NH}_2$ или $-\text{COOH}$, соответственно.

К. Линдстрём-Ланг предложил выделять 4 уровня структурной организации белков: первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры.

НУКЛЕОТИДЫ

Молекулы нуклеиновых кислот построены из нуклеотидов. Каждый нуклеотид образуется в результате взаимодействия трёх компонентов: азотистого основания, моносахарида и фосфорной кислоты.

В нуклеотидах ДНК содержится моносахарид дезоксирибоза, а в нуклеотидах РНК – рибоза.

В состав нуклеотидов входят 5 азотистых оснований. Два из них относят к пуриновым основаниям (аденин и гуанин), три (цитозин, тимин, урацил) – к пиримидиновым.

ЛИПИДЫ

Липиды – это нерастворимые в воде, жироподобные органические вещества. Структура и длина цепи жирной кислоты влияют на свойства жира, в котором она содержится. Они делятся на заменимые и незаменимые: заменимые жирные кислоты могут быть произведены организмом самостоятельно, в то время как незаменимые жирные кислоты не могут быть произведены организмом и должны поступать с пищей.

Большинство липидов подвергается реакции гидролиза. В зависимости от строения липида продуктами гидролиза могут быть карбоновые кислоты или их соли, фосфорная кислота или ее соли, спирты, аминоспирты и углеводы. Омыляемые липиды гидролизуются с разрывом одной или нескольких сложноэфирных связей и всегда образуют карбоновые кислоты или их соли.

В организме человека гидролиз липидов является первой стадией их метаболизма. Этот процесс проходит под действием ферментов липаз. В щелочной среде образуются натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот. В кислой среде в результате гидролиза образуются жирные кислоты.

В химических лабораториях реакции окисления органических веществ обычно проводят нейтральным раствором перманганата калия (мягкое окисление) или подкисленными серной кислотой растворами перманганата калия или дихромата калия (жёсткое окисление). Мягкое окисление проводят, вводя органическое вещество в реакцию со слабым нейтральным раствором перманганата калия в диапазоне температур 0 – 20°C. В этих условиях двойные связи (при их наличии) разрываются и превращаются в одинарные связи, а по месту разрыва π -связи образуются *виц*-диольные фрагменты (то

есть две гидроксильные группы при соседних атомах углерода, между которыми ранее, до реакции окисления, существовала кратная связь).

При жёстком окислении органических веществ кратные связи разрываются, при этом первичные атомы углерода окисляются до углекислого газа, вторичные атомы углерода – до карбоксильных групп, а третичные атому углерода – до кето-групп.