

**ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России**



**Методические рекомендации для подготовки к  
теоретическому этапу Московского конкурса  
межпредметных навыков и знаний  
«Интеллектуальный мегаполис. Потенциал»,  
в номинации  
«Академический класс. Биохимическое направление»,  
2021-2022 учебный год.**

**Москва, 2022**

### **Условия проведения теоретического этапа Конкурса**

Теоретический этап Конкурса проводится в очной дистанционной форме в виде компьютерного тестирования, с последующим постпрокторингом. Во время тестирования категорически запрещается использование любых посторонних предметов (книг, телефонов, тетрадей и тд), присутствие посторонних людей и/или помощь в прохождении тестирования от них, отключение видеокамер и/или микрофона. При постпрокторинге будет проводиться оценка наличия/отсутствия нарушений в прохождении теоретического этапа Конкурса. В случае обнаружения таких нарушений, оценка полученная, учащимся по итогам прохождения тестирования по теоретической части Конкурса, будет аннулирована. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса.

### **Продолжительность выполнения теоретического этапа Конкурса**

На выполнение заданий теоретического этапа Конкурса отводится **30 минут**.

### **Содержание и структура теоретической части Конкурса**

Задания теоретического этапа Конкурса разработаны ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России на основании содержания образовательных стандартов среднего общего образования углубленного уровня по дисциплинам «Биология» и «Химия». Вариант тестовых заданий участника Конкурса включает 10 заданий.

### **Система оценивания отдельных заданий и работы в целом**

Задание считается выполненным правильно, если ответ участника совпал с эталоном. Каждое задание оценивается в 6 баллов. Максимальный балл за правильное выполнение всех заданий варианта 60 баллов.

«Обобщённый план конкурсных заданий теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал», в номинации «Академический класс. Биохимическое направление», в 2021-2022 учебном году.».

№ задания	Уровень сложности	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Темы кодификатора углубленного уровня	Балл
1.	Повышенный	Знать состав и строение атома, строение вещества, теорию строения органических соединений, классификацию и номенклатуру органических соединений.	Химия, 10 класс (1.2) Химия, 11 класс (1.2)	6
2.	Повышенный	Знать строение и функции клетки: ядро, органоиды, включения.	Биология, 10 класс (разделы 5.1-5.5)	6
3.	Повышенный	Знать химический состав клетки. Уметь определять органические и неорганические вещества.	Химия, 10 класс (1.2.2-1.2.4, 1.5.2-1.5.3)	6
4.	Повышенный	Знать химический состав клетки. Уметь определять органические и неорганические вещества.	Биология, 10 класс (4.1-4.1)	6
5.	Повышенный	Уметь характеризовать химические свойства биоорганических соединений.	Химия, 10 класс (1.1-1.6, 2.1-2.2)	6
6.	Повышенный	Знать этапы пластического обмена и синтеза белка.	Химия, 10 класс (1.5.3) Биология, 10 класс (6.4, 7.1)	6
7.	Повышенный	Уметь определять характеристики и роль ферментов в химических реакциях.	Химия, 10 класс (1.5.2) Биология, 10 класс (4.2)	6
8.	Повышенный	Знать обмен веществ.	Биология, 10 класс (6.1-6.3)	6
9.	Повышенный	Знать морфологию, физиологию, биохимию растительной клетки. Уметь оценивать основные методы исследования растительной клетки.	Биология, 10 класс (разделы 5.1-5.5, 8)	6
10.	Повышенный	Знать основные биохимические процессы в организме человека.	Химия, 10 класс (1.1-1.6, 2.1-2.2) Биология, 10 класс (раздел 4, раздел 6).	6
			<b>Сумма баллов:</b>	<b>60</b>



Демоверсия теоретической части конкурса  
2022 года.

**Задание 1.** Соотнесите названия веществ с группами химических соединений, к которым они относятся. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**Группы химических соединений**

- А) аминокислота
- Б) липид
- В) углевод
- Г) дипептид
- Д) нуклеозид

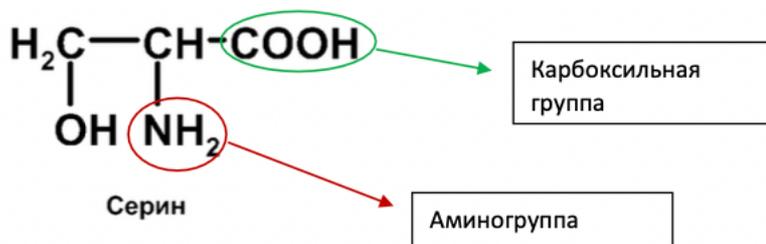
**Названия веществ**

- 1) D-фруктоза
- 2) уридин
- 3) аланилглицин
- 4) тристеарин
- 5) серин

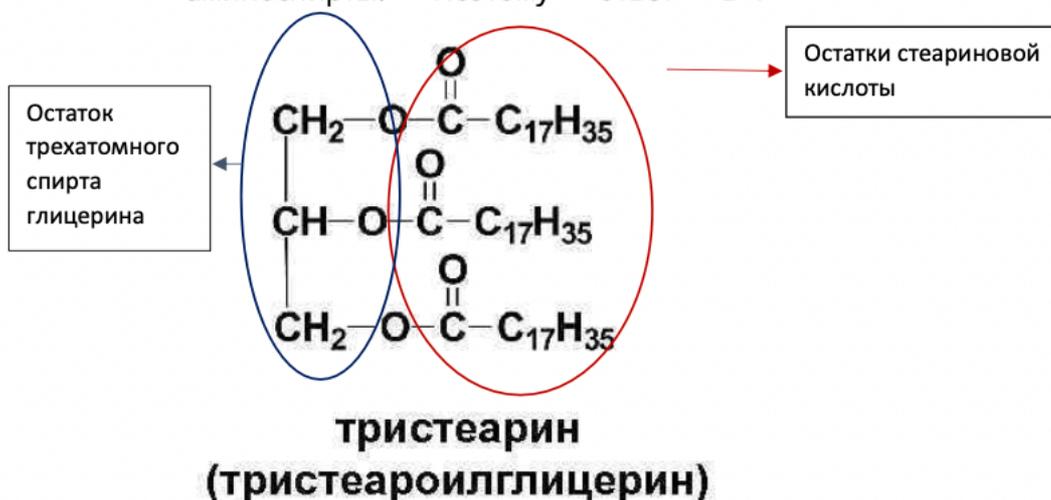
Ответ	А	Б	В	Г	Д
	5	4	1	3	2

А) Аминокислоты – это гетерофункциональные соединения, содержащие аминогруппу и карбоксильную группу. Серин – аминокислота, поэтому ответ

А-5

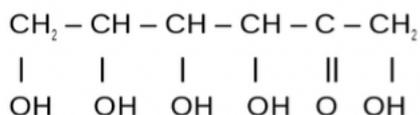
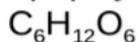


Б) Липиды- природные соединения в результате гидролиза которых образуются высшие карбоновые кислоты или их соли, спирты или аминокислоты. Поэтому ответ Б-4



В) Углеводы – природные соединения, большинство которых имеют общую формулу  $C_nH_{2m}O_m$ . Простые углеводы, как правило, представляют собой многоатомные спирты, содержащие гидроксильную группу у каждого атома углерода, кроме одного, несущего альдегидную группировку или кетогруппу. Поэтому ответ В-1

Структурная формула фруктозы



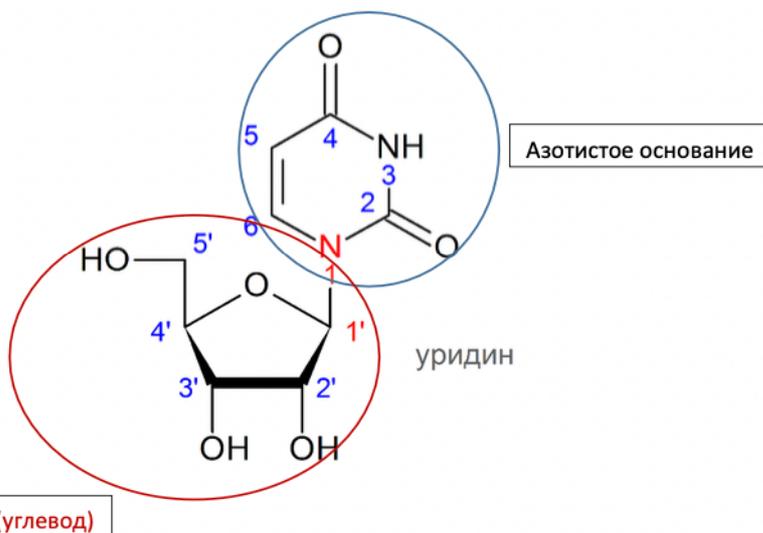
Г) Дипептиды - органические соединения, состоящие из двух аминокислотных остатков, связанных пептидной связью. Аланилглицин состоит из двух аминокислот: аланина и глицина, связанных пептидной связью.

Поэтому ответ Г-3



Д) Нуклеозиды (гетероциклические соединения) - это органические молекулы, состоящие из азотистого основания и пентозы – рибозы или дезоксирибозы.

Поэтому ответ Д-2



**Задание 2.** Соотнесите органоиды клетки с особенностями их строения и функций. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующий органоид из второго столбца.

**Особенности строения и функций**

- А) непосредственно соединяется с мембраной ядра клетки
- Б) содержит рибосомы на своей поверхности
- В) осуществляет упаковку веществ для выведения их из клетки
- Г) имеет цис- и транс-полюса
- Д) представляет собой сеть каналов и полостей
- Е) представляет собой стопку уплощённых цистерн

**Органоиды клетки**

- 1) комплекс Гольджи
- 2) шероховатая ЭПС

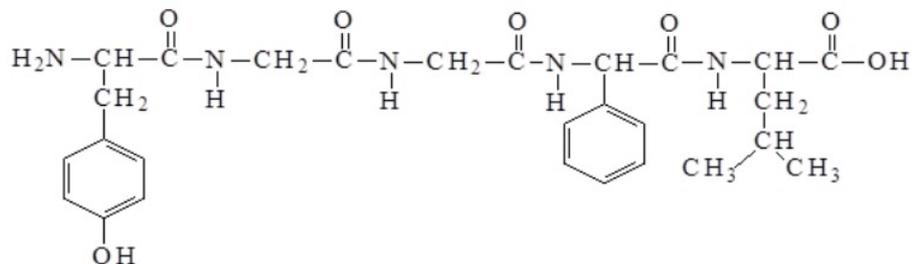
Ответ	А	Б	В	Г	Д	Е
	2	2	1	1	2	1

Проанализировав представленные органоиды клетки и особенности их строения и функций, необходимо отметить:

ЭПС является одномембранным органоидом, представленным в двух видах в клетке: шероховатая ЭПС – содержит на внешней поверхности мембраны органоида рибосомы, а гладкая ЭПС – не содержит их. Органоид представляет собой сеть каналов и полостей, которые непосредственно соединяются с наружной мембраной ядра. Главной функцией ЭПС является транспорт и синтез веществ в клетке.

Комплекс (аппарат) Гольджи – одномембранный органоид, представляющий собой стопку уплощенных цистерн, цис-сторона которого обращена к ядру клетки, а транс-сторона – к мембране клетки. Комплекс Гольджи производит модификацию веществ, а также их упаковку в секреторные пузырьки для экспорта из клетки.

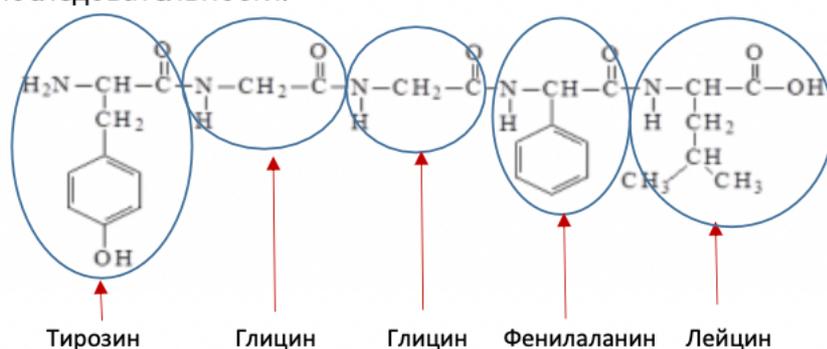
**Задание 3.** Лейцин-энкефалин – пентапептид, обнаруженный в ЦНС, обладающий обезболивающим эффектом. Изучите рисунок и выберите название этого пентапептида.



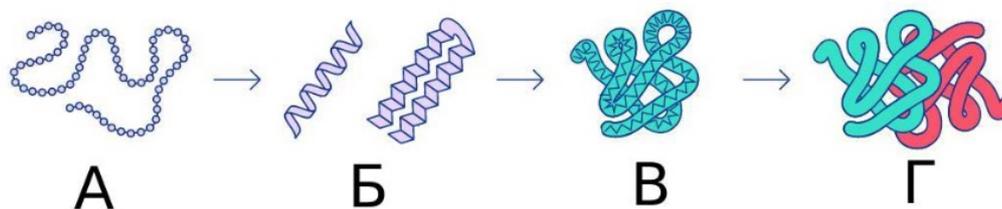
- 1) Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu
- 2) Leu-Tyr-Gly-Phe Gly
- 3) Tyr-Gly-Phe-Leu-Gly
- 4) Leu-Tyr-Gly-Gly-Phe

<b>Ответ</b>	1
--------------	---

Ответ 1, т.к. в состав данного полипептида входят такие аминокислоты, как Тирозин-Глицин-Глицин-Фенилаланин-Лейцин в соответствующей последовательности.



**Задание 4.** Изучите рисунок. Из предложенного списка выберите **три** верных утверждения.



- 1) Мономер – глюкоза.
- 2) Мономер – аминокислота.
- 3) В структуре А водородные связи.
- 4) Структура В называется глобулой.
- 5) Структура Г включает несколько структур В.
- 6) Показан процесс денатурации.

Ответ		
2	4	5

Проанализировав рисунок, необходимо сделать вывод, что на нем представлен процесс фолдинга (сворачивания белка) – принятие им пространственной функциональной структуры.

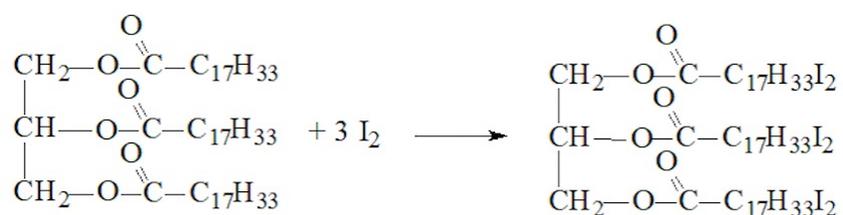
Белки являются полимерными веществами, состоящими из мономеров – аминокислот.

Буквой А обозначена первичная структура белка – цепочка из аминокислот, соединенных пептидными связями; буквой Б – вторичная структура (спираль или складчатый слой), который формируется за счет образования водородных связей; буквой В – третичная структура (глобула), которая формируется за счет водородных, ионных и др связей; буквой Г обозначена четвертичная структура белка – несколько глобул, объединенных вместе.

**Задание 5.** Йодное число – это мера ненасыщенности жира, определяется массой йода, способного присоединиться к 100 г жира. Рассчитайте йодное число триолеина. Ответ округлите до целого числа.

<b>Ответ</b>	<b>86</b>
--------------	-----------

Жир триолеин содержит три остатка ненасыщенной олеиновой кислоты и может присоединять три молекулы йода:



Так как масса образца триолеина принята за 100г. и

$M(\text{триолеина}) = 57 \cdot 12 + 104 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 884 \text{ г/моль}$ , то

$n(\text{триолеина}) = 100/884 = 0,113 \text{ моль}$ .

По уравнению реакции следует, что  $n(\text{I}_2) = 3 \cdot 0,113 = 0,339 \text{ моль}$ .

$M(\text{I}_2) = 2 \cdot 127 = 254 \text{ г/моль}$ ,

Рассчитаем массу присоединившегося йода  $m(\text{I}_2) = 0,339 \cdot 254 = 86,1 \text{ г}$ .

**Ответ:** йодное число триолеина – 86.

**Задание 6.** Расположите в правильном порядке этапы синтеза белка.

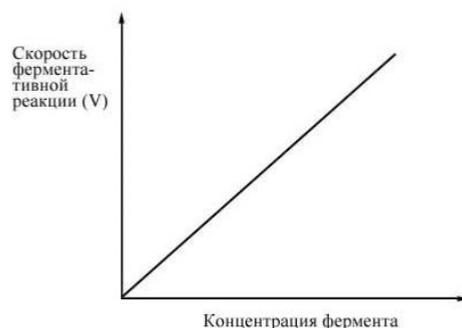
- 1) сплайсинг
- 2) РНК-полимераза синтезирует иРНК
- 3) разрыв водородных связей в молекуле ДНК
- 4) фолдинг
- 5) соединение иРНК и малой субъединицы рибосомы
- 6) формирование пептидных связей

Ответ					
3	2	1	5	6	4

Синтез белка включает несколько этапов:

1. Транскрипция – синтез иРНК на основе матричной цепи ДНК. Процесс начинается с разрыва водородных связей в молекуле ДНК и присоединения к промотору гена фермента РНК-полимеразы. Затем происходит синтез иРНК на основе транскрибируемой части гена. После этого РНК-полимераза отсоединяется от терминатора гена и процесс транскрипции заканчивается.
2. Синтезированная иРНК является незрелой (пре-мРНК) и далее происходит процессинг – процесс созревания пре-мРНК. Он состоит из КЭПирования 5-конца мРНК, полиаденилирования 3-конца мРНК, и сплайсинга – вырезания интронов и сшивания экзонов.
3. Зрелая мРНК выходит в цитоплазму и начинается процесс трансляция. Она соединяется с малой субъединицей рибосомы, со старт-кодом мРНК соединяется первая тРНК, принеся соответствующую аминокислоту, затем к малой субъединице рибосомы присоединяется большая субъединица. Следующие тРНК приносят соответствующие аминокислоты, происходит рост полипептидной цепи, за счет образования пептидных связей. При попадании стоп-кодона в рибосому трансляция прекращается.
4. Синтезированная на рибосоме первичная структура белка подвергается фолдингу – сворачиванию, для принятия белком функциональной активности.

**Задание 7.** Изучите график зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации фермента. Из предложенного списка выберите **три** верных утверждения.



- 1) Скорость ферментативной реакции прямо пропорциональна концентрации фермента.
- 2) Скорость ферментативной реакции обратно пропорциональна концентрации фермента.
- 3) Линейное изменение скорости реакции связано с постоянным взаимодействием фермента с субстратом.
- 4) Линейное изменение скорости реакции связано с ограниченным количеством субстрата в реакции.
- 5) Линейное изменение скорости реакции связано с ограниченным количеством фермента в реакции.
- 6) Условия протекания реакции постоянны.

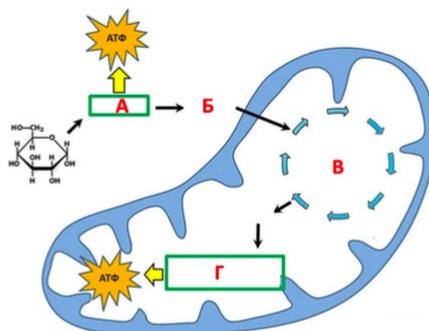
Ответ		
1	3	6

Ферменты – вещества белковой природы ускоряющие химические реакции. Во время реакции происходит связывание фермента с субстратом и протекание реакции.

При увеличении концентрации фермента его активные центры связываются с субстратом и скорость химической реакции линейно увеличивается.

Помимо концентрации фермента, на скорость химической реакции может влиять концентрация субстрата, температура протекания реакции, кислотность среды. Поэтому для оптимальной скорости реакции условия ее протекания должны быть постоянны.

**Задание 8.** Изучите рисунок. Из предложенного списка выберите **три** верных утверждения.



- 1) На рисунке буквой А обозначен гликолиз.
- 2) При гликолизе образуется 4 молекулы АТФ.
- 3) Продукт, обозначенный буквой Б на рисунке, – пируват.
- 4) В реакции, обозначенные буквой В, вступает глюкоза.
- 5) Энергетический обмен в клетках протекает только в присутствии  $\text{CO}_2$ .
- 6) В энергетическом обмене выделяют три этапа.

Ответ		
1	3	6

Проанализировав рисунок необходимо сделать вывод, что изображены этапы энергетического обмена, митохондрия.

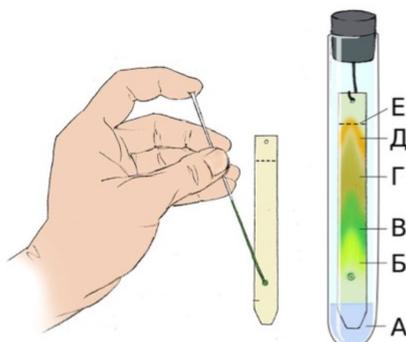
В энергетическом обмене выделяют три этапа:

- подготовительный, протекает в желудочно-кишечном тракте или пищеварительных вакуолях. Происходит расщепление полимеров на мономеры (сложных веществ на простые), образовавшаяся энергия рассеивается в виде тепла.

- бескислородный (гликолиз - при расщеплении глюкозы) протекает в цитоплазме клеток. Простые вещества, образовавшиеся на первом этапе, расщепляются до пировиноградной кислоты (ПВК, пируват) (чаще всего). При расщеплении 1 молекулы глюкозы на этом этапе образуется 2 молекулы ПВК и молекулы АТФ.

- кислородный этап (клеточное дыхание, биологическое окисление) протекает в матриксе митохондрий, включает цикл Кребса и окислительное фосфорилирование. В указанные реакции вступает ПВК, образовавшаяся на втором этапе. В итоге третьего этапа из 2 молекул ПВК образуется 36 молекул АТФ, углекислый газ и вода.

**Задание 9.** Изучите рисунок, на котором представлен метод изучения химического состава растительной клетки. Опираясь на рисунок и знания о растительной клетке, выберите **четыре** верных утверждения из списка.



- 1) Показан метод меченых атомов.
- 2) Показан метод хроматографии.
- 3) Буквой В обозначен хлорофилл.
- 4) Буквой Г обозначен крахмал.
- 5) Запасным углеводом в растительной клетке является крахмал.
- 6) Хлорофилл содержится в митохондриях.
- 7) В процессе фотосинтеза растение поглощает кислород.
- 8) В растительных маслах много ненасыщенных жирных кислот.

Ответ			
2	3	5	8

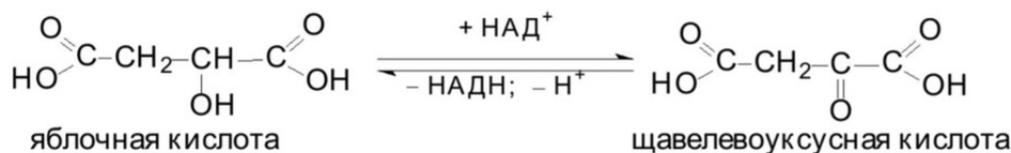
Прогнозируя рисунок необходимо сделать вывод, что представлен метод хроматографии.

Хроматография – метод разделения, анализа и исследования физико-химических свойств веществ. Обычно основана на распределении исследуемого вещества между двумя фазами - неподвижной и подвижной (элюент). Неподвижная фаза главным образом представляет собой сорбент с развитой поверхностью, а подвижная - поток газа (пара, флюида -вещество в сверхкритическом состоянии) или жидкости. Поток подвижной фазы фильтруется через слой сорбента или перемещается вдоль слоя сорбента.

Буквой В обозначен зеленый пигмент растительной клетки – хлорофилл.

Опираясь на знания о растительной клетке необходимо вспомнить, что запасным углеводом у растений является крахмал, а также растительные масла содержат много ненасыщенных жирных кислот, в отличие от жиров животного происхождения.

**Задание 10.** Одной из стадий цикла Кребса является превращение яблочной кислоты в щавелевоуксусную. Выберите **два** возможных названия приведённой реакции.



- 1) окисление
- 2) дегидрирование
- 3) дегидратация
- 4) восстановление
- 5) гидроксирование

Ответ	
1	2

- 1) Окисление-процесс отдачи электронов атомами, молекулами или ионами; происходит повышение степени окисления какого-либо атома в данной частице. За счет смещения электронной плотности, на атоме кислорода образуется частично отрицательный заряд. НАД<sup>+</sup>, являясь сильным восстановителем, «отнимает» электронную пару у атома кислорода. Гидроксильная группировка вторичного спирта окисляется в кетонную. Верно
- 2) Дегидрирование — реакция отщепления водорода от молекулы органического соединения. В данной реакции от гидроксильной группы яблочной кислоты отщепляется водород с образованием кетогруппы. Верно
- 3) Дегидратация в органической химии - реакция отщепления молекул воды. В данном случае не происходит. Неверно
- 4) Восстановление, в химии, — это процесс, в результате которого: частица (атом, ион или молекула) принимает один или несколько электронов; происходит понижение степени окисления какого-либо атома в данной частице. В данном случае не происходит. Неверно
- 5) Гидроксирование - это химический процесс, при котором вводится гидроксильная группа в органическое соединение. В данном случае не происходит. Неверно