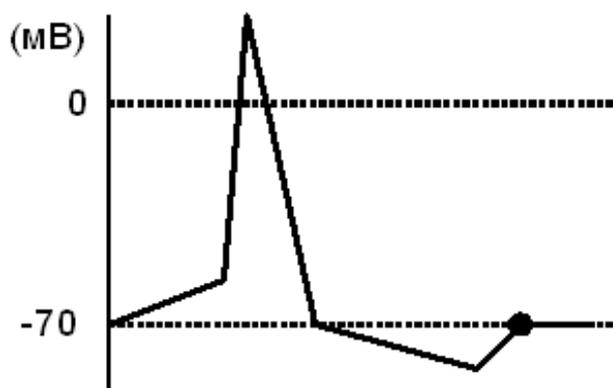


11 класс

1. Эндосимбиоз (20 баллов) *Ответ – в задаче 3 для 9 класса.*
2. Размножение бактерий (30 баллов) *Ответ – в задаче 4 для 10 класса.*
3. Половые хромосомы рыб.(20 баллов) *Ответ – в задаче 5 для 10 класса.*
4. Мембранный потенциал(30 баллов)



В одном из нейронов мембранный потенциал покоя (ПП) равен -70 мВ.

В момент возникновения потенциала действия мембранный потенциал достигает значения $+20$ мВ.

Разность мембранной разности потенциалов считается по уравнению Нернста:

$$E = -\frac{RT}{ZF} \cdot \ln \frac{C_{\text{вн}}}{C_{\text{нар}}} \text{ (В)}$$

где R — газовая постоянная, T — абсолютная температура, F — постоянная Фарадея, Z — количество ионов.

Для одновалентных ионов при 25°C множитель RT/ZF равен $0,026$ В (вольт). При переходе к десятичному логарифму полагается

$$E = -0.06 \cdot \lg \frac{C_{\text{вн}}}{C_{\text{нар}}} \text{ (В)}$$

Известно, что изменения потенциала связаны с прохождением через мембрану различных катионов.

Задание. 1) С помощью уравнения Нернста:

$$E = -0.06 \cdot \lg \frac{C_{\text{вн}}}{C_{\text{нар}}} \text{ (В)}$$

рассчитайте, во сколько раз изменится соотношение концентраций положительно заряженных ионов внутри и снаружи клетки ($C_{\text{вн}}/C_{\text{нар}}$) при достижении клеткой состояния возбуждения.

- 2) За счет каких ионов преимущественно будет формироваться это изменение при возбуждении клетки?
- 3) Каким образом клетка будет восстанавливать свое исходное невозбужденное состояние?

ОТВЕТ на задачу «Мембранный потенциал»

- 1) Мембранный потенциал покоя составляет -70 мВ, тогда $C_{\text{вн}}/C_{\text{нар}} = 10^{(70\text{мВ}/60\text{мВ})} = 14,7$ раз,

в то же время при потенциале действия +20мВ отношение $C_{вн}/C_{нар} = 10^{(-20\text{мВ}/60\text{мВ})} = 0,46$ раза.

Таким образом, отношение $C_{вн}/C_{нар}$ в ходе возбуждения уменьшится в 31 раз.

- 2) Потенциал действия формируется за счет входа ионов натрия. Потенциал-зависимые натриевые каналы открываются в ответ на положительные заряды. В случае слабых стимулов открытие натриевых каналов вызывает быстро затухающие локальные ответы, не возникает устойчивой деполяризации.

При достаточной силе стимула вход натриевых ионов приводит к формированию положительного потенциала у соседних участков мембраны, в которых также открываются потенциал-зависимые натриевые каналы, по механизму положительной обратной связи возникает устойчивая волна деполяризации, распространяющаяся вдоль нейрона.

- 3) Натриевые каналы при высоком потенциале инактивируются с помощью инактивационных ворот, поток натриевых ионов в клетку прекращается.

Постоянно открытые калиевые каналы осуществляют реполяризацию нейрона.

Мембранный потенциал покоя обусловлен соотношением ионов калия внутри и снаружи клетки. Концентрация натрия и калия будет восстановлена в ходе работы натрий-калиевого насоса, откачивающего 3 иона натрия наружу в обмен на 2 иона калия внутрь клетки с затратой энергии молекул АТФ.

5. Меченый углерод.(30 баллов)

В качестве одного из методов исследования метаболических циклов широко применяется введение в цикл соединения, один или несколько атомов углерода в котором являются замененными на изотоп углерода C^{14} . Такая модификация не влияет на поведение соединения в цикле, но зато такой углерод легко обнаруживается в соединениях, в которых он оказался после реакций цикла.

Молекулу этанола, в которой оба углерода являются изотопами C^{14} , ввели в клетку.

Что произойдет в клетке с этим соединением? В каких соединениях можно будет обнаружить углерод C^{14} спустя небольшое время (при условии, что он не участвует в анаболических процессах клетки)?

Нарисуйте структурные формулы этих соединений и отметьте звездочкой атом углерода C^{14} .

ОТВЕТ на задачу «Меченый углерод»

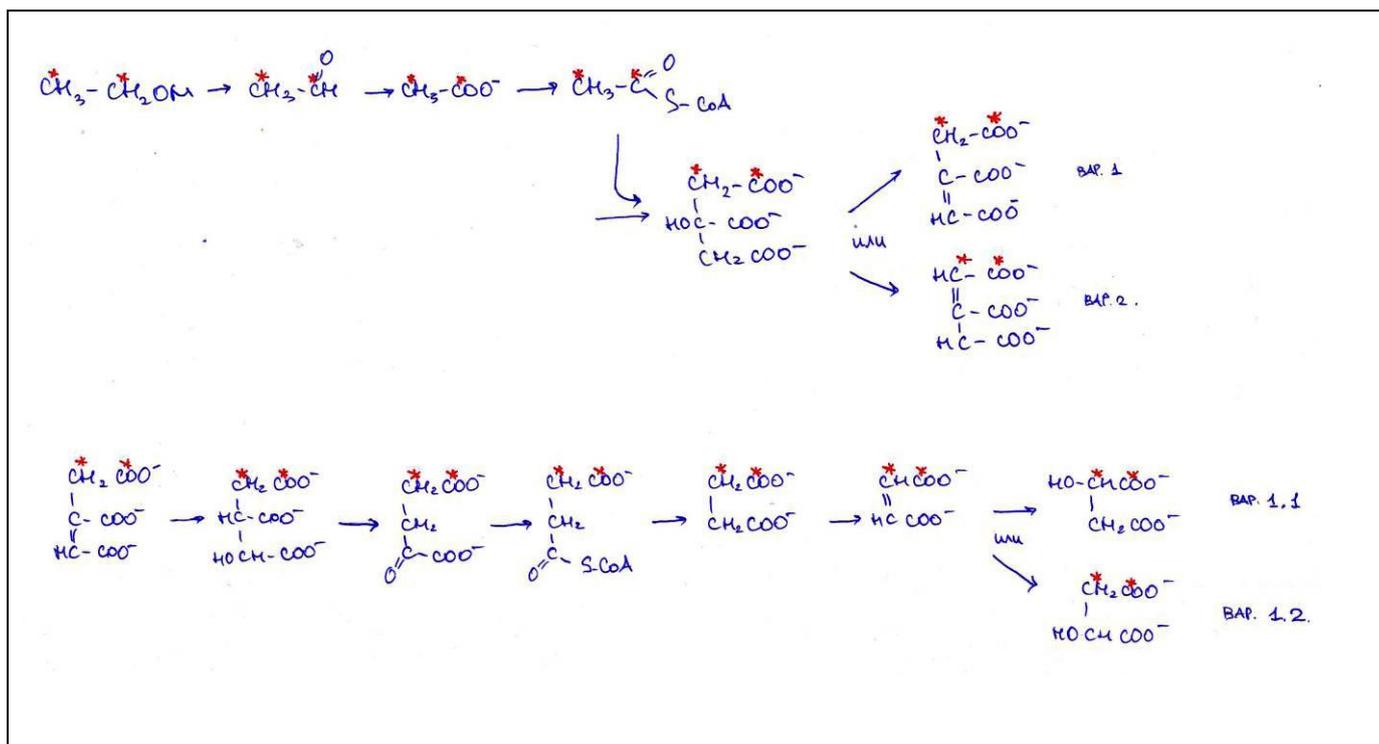
Попадая в клетку, молекула спирта превращается в ацетальдегид и затем в ацетат, который в виде ацетил-КоА попадает в цикл Кребса: присоединяется к оксалоацетату с образованием цитрата. Цитрат превращается в цис-аконитат. Молекула цитрата – симметричная, а вот цис-аконитат уже не симметричный. Поэтому меченые углероды могут оказаться как с той стороны молекулы, где гидроксил, так и с другой. Так что дальше необходимо рассматривать оба варианта.

Сукцинат и фумарат – симметричные молекулы. И когда фумарат превращается в малат, то меченые атомы могут оказаться как в положениях 1 и 2, так и в положениях 3 и 4.

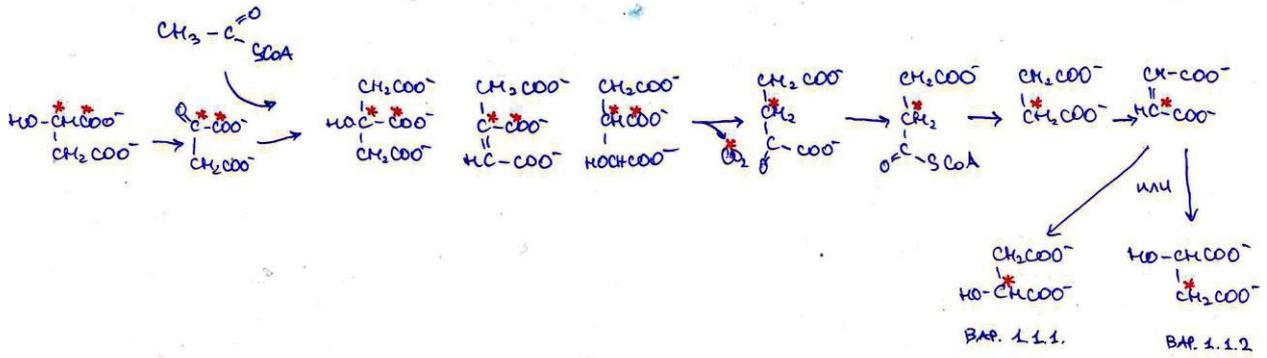
Очевидно, что на одном цикле путь меченого углерода не заканчивается. Закончиться он может только на молекуле углекислого газа. Оставшиеся в составе промежуточных продуктов изотопы углерода продолжают "крутиться" в цикле Кребса, пока в конечном итоге не перейдут в углекислый газ.

В результате получается целая схема превращений.

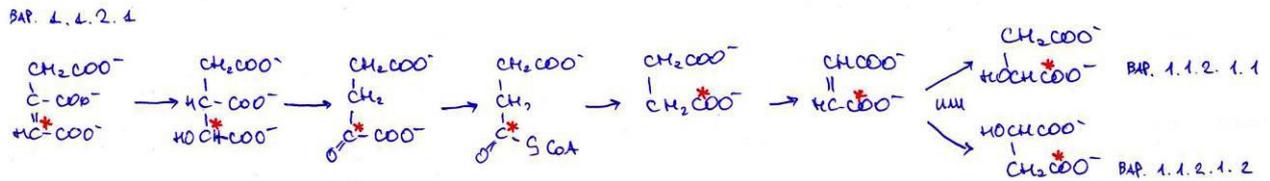
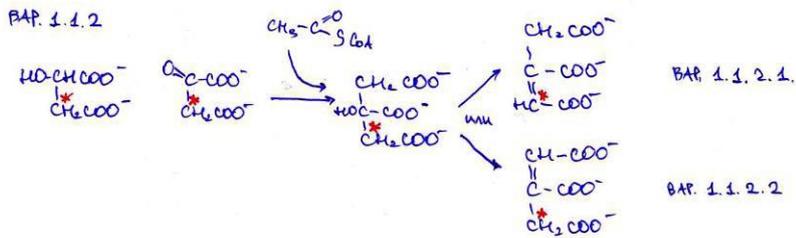
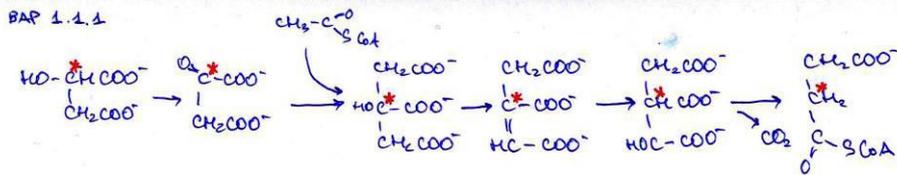
На схеме показаны превращения веществ, при этом остальные продукты реакции, не содержащие изотоп углерода C14, не изображены. Соответственно, все нарисованные соединения мы можем обнаружить в клетке спустя некоторое время.



Вариант 1.1 дальше:

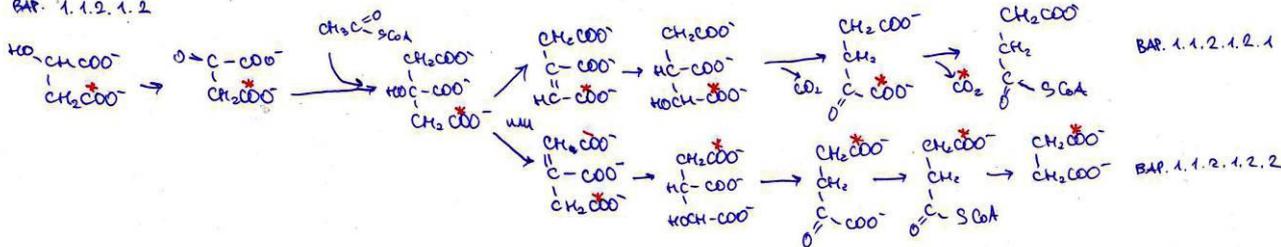


Варианты 1.1.1 и 1.1.2:

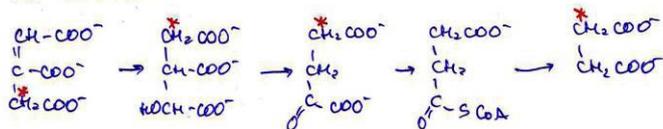


Варианты 1.1.2.1.2 и 1.1.2.2:

Вар. 1.1.2.1.2



Вар. 1.1.2.2



Вариант 2:

Вар 2

