
ЕГЭ-2023 по биологии

Новые задачи по молекулярной биологии

Шарлаева Елена Анатольевна,
к.б.н., доцент кафедры экологии,
биохимии и биотехнологии

Задачи по молекулярной биологии (линия 28)

Проверяют умения решать задачи по цитологии, обосновывать ход решения и объяснять полученный результаты

Предусматривают применение знаний:

- об особенностях строения ДНК, РНК, белка;
- правил Чаргаффа;
- сущности генетического кода;
- сущности процессов транскрипции и трансляции.

Проверяют умения использовать для решения задачи таблицу генетического кода.

Задачи по молекулярной биологии (линия 28)

- ▶ содержат закрытый ряд требований (**«Правильный ответ должен содержать следующие позиции»**);
- ▶ имеют три-четыре (иногда более) элемента ответа;
- ▶ все приведенные в эталоне элементы значимы и не имеют альтернативных вариантов;
- ▶ при наличии всех элементов оцениваются максимально в 3 балла.

Основные принципы

1. Цепи ДНК – антипараллельны, комплементарны
2. Матрицей для синтеза ВСЕХ видов РНК (иРНК, рРНК, тРНК) служит матричная (транскритбуируемая) цепь ДНК
3. При транскрипции синтез цепи РНК идет антипараллельно (от 5' к 3'- концу) и комплементарно матричной (транскритбуемой) цепи ДНК
4. иРНК транслируется в направлении $5' \rightarrow 3'$
5. В таблице генетического кода кодоны иРНК «читаются» в направлении $5' \rightarrow 3'$
6. При трансляции кодон иРНК и антикодон тРНК связываются комплементарно и антипараллельно
7. Антикодоны отделяются запятой, так как они принадлежат разным молекулам тРНК

Внимание!!!

1. При написании последовательности нуклеотидов во фрагментах молекул ДНК, иРНК допускается запись через тире между триплетами или нуклеотидами, т.к. это соответствует связи нуклеотидов между собой в единую цепь.

ЦГА – ЦЦЦ – АЦГ – АГЦ или Ц-Г-А-Ц-Ц-Ц-А-Ц-Г-А-Г-Ц

Недопустимо разделение триплетов в сплошной цепи ДНК или РНК запятыми.

ЦГА, ЦЦЦ, АЦГ, АГЦ, ГАЦ – ошибка!

2. Ошибкой считается запись антикодонов разных молекул тРНК через тире между триплетами, что означает связывание их в единую цепь.

Антикодоны тРНК УГА – ЦУЦ – АУГ – АГЦ – ошибка!

Это свидетельствует о непонимании участником экзамена того, что антикодоны принадлежат разным молекулам тРНК и не связаны в единую цепь.

Внимание!!!

3. При записи фрагмента полипептида аминокислоты могут быть соединены друг с другом с помощью тире или написаны без разделительных знаков, одним словом

глн – ала – тир – вал – лиз или ГлнАлаТирВалЛиз

Запятые между аминокислотами одной цепи считаются ошибкой

глн, ала, тир, вал, лиз – ошибка!

4. Указывание 5' и 3'–концов у полипептидной цепи – ошибка!

5' - глн – ала – тир – вал – лиз - 3'

5. Указание в ответе нуклеотида или кодона в молекуле иРНК, как гена, считается ошибкой, т.к. ген – это участок молекулы ДНК.

6. Отсутствие пояснения, если это требуется в задании, не дает возможность выставить высший балл.

Новый тип задач в КИМ ЕГЭ-2023

Нахождение палиндрома и установление вторичной структуры центральной петли тРНК

Палиндром – слово, фраза или даже предложение, которое читается слева направо и наоборот одинаково.

Например: ШАЛАШ, КАЗАК, ПОТОП,
А РОЗА УПАЛА НА ЛАПУ АЗОРА

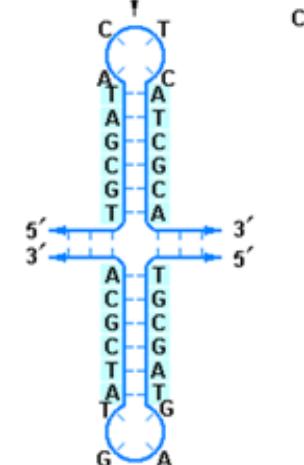
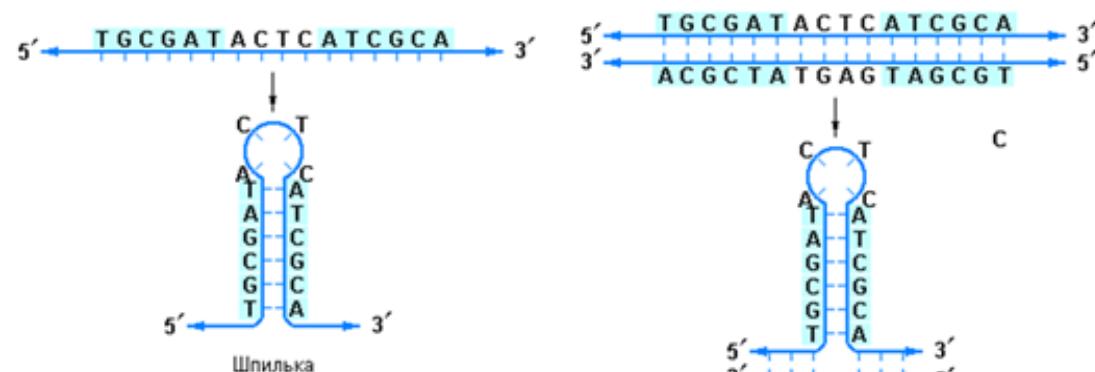
Палиндром – участок ДНК с инвертированными повторами последовательностей оснований, имеющих симметрию второго порядка (симметрия второго порядка означает, что при повороте двухцепочечной последовательности на 180° относительно оси перпендикулярной к плоскости, в которой расположены основания, их положения в двух цепях ДНК не изменяются).

Такие последовательности комплементарны самим себе и способны формировать шпилечные (характерно для РНК) или крестообразные структуры (характерно для ДНК)

Палиндром



TTAGCACG TGCTAA
AATCGTGCACGATT



Крестообразная структура

Пример задачи 1

Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5'-концу водной цепи соответствует 3'-конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5'-конца. Рибосома движется по *иРНК* в направлении от 5' – к 3'-концу. В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки – **палиндромы**, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура.

Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь – матричная):

5 ' – ТЦГААГТАГТЦТЦГА – 3 '

3 ' – АГЦТЦАТЦААГААГЦТ – 5 '

1. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте.
2. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли тРНК.
3. Определите аминокислоту, которую будет транспортировать эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудалён от концов палиндрома.
4. Объясните последовательность ваших действий при решении задачи.

Для решения задачи используйте таблицу генетического кода. При написании последовательности нуклеотидов в цепи нуклеиновой кислоты указывайте 5 ' – и 3 ' – концы.

Принцип решения задачи

-
1. По транскрибуемой цепи ДНК по принципу комплементарности и с учетом антипараллельности определяем нуклеотидную последовательность участка центральной петли тРНК.
 2. Помним, что по условию антикодон равноудален от концов центральной петли тРНК. Считаем количество нуклеотидов в этом фрагменте тРНК, (их 17). Находим нуклеотид в середине цепочки. Находим антикодон. Слева и справа от антикодона стоят нуклеотиды, они не комплементарны друг другу, следовательно, не входят в палиндром и образуют петлю.
 3. Мысленно полученную цепочку складываем пополам (5'-конец складываем с 3'-концом). Находим комплементарные участки – это ПАЛИНДРОМ.
Оставшиеся не комплементарные нуклеотиды образуют петлю. В центре петли находим антикодон.
 4. По принципу комплементарности и антипараллельности по антикодону т-РНК определяем кодон и-РНК.
 5. ОБЯЗАТЕЛЬНО определяем и записываем 5' – и 3' – концы.
 6. ПОМНИМ, что в таблице генетического кода кодоны иРНК читаются с 5'-конца на 3' –конец.
 7. По таблице генетического кода по кодону иРНК определяем аминокислоту.

Решение задачи

-
1. Нуклеотидная последовательность участка центральной петли т-РНК:
5'-УЦГААГУА Г УУЦУУЦГА-3'

По условию антикодон равноудален от концов центральной петли тРНК.

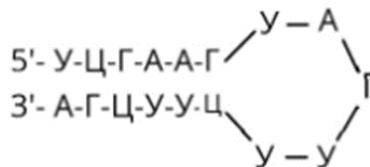
Считаем количество нуклеотидов в этом фрагменте тРНК (их 17).

Находим нуклеотид в середине цепочки – это нуклеотид Г, следовательно антикодон - АГУ.

Слева и справа от него стоят нуклеотиды У и У, они не комплементарны друг другу, следовательно, не входят в палиндром и образуют петлю.

2. Палиндром: 5'-УЦГААГ-3' или 3'-АГЦУУЦ-5';

3. Вторичная структура т-РНК:



4. Нуклеотидная последовательность антикодона тРНК 5'-АГУ-3', т.к. антикодон тРНК комплементарен и антипараллелен кодону иРНК, следовательно кодон иРНК - 5'-АЦУ-3';
5. По таблице генетического кода этому кодону иРНК (АЦУ) соответствует аминокислота тре(треонин), которую будет переносить данная тРНК.

Пример задачи 2

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5'-концу в одной цепи соответствует 3'-конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5'-конца. Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки – **палиндромы**, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура.

Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь – матричная):

5 ' – ЦАГТГЦГТАТГГЦАЦТГ – 3 '
3 ' – ГТЦАЦГЦАТАЦЦГТГАЦ – 5 '

1. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте.
2. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли тРНК.
3. Определите аминокислоту, которую будет транспортировать эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудалён от концов палиндрома.
4. Объясните последовательность решения задачи.

Для решения задачи используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

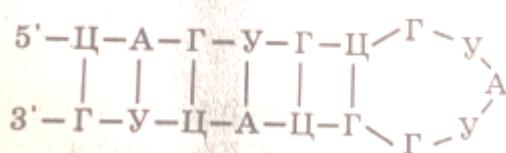
Решение задачи

1. Нуклеотидная последовательность участка центральной петли т-РНК:

5' – ЦАГУГЦГУАУГГЦАЦУГ – 3'

2. Палиндром: 5'-ЦАГУГЦ-3' (3'-ГУЦАЦГ-5');

3. Вторичная структура т-РНК:



4. Нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК 5'-УАУ-3' (УАУ) соответствует кодону на иРНК 3'-АУА-5 (5'-АУА-3', АУА);

5. По таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота иле (изолейцин), которую будет переносить данная тРНК.

Допускается любой вариант изображения петли в элементе 3, но из изображения должно быть явно видно, какие участки тРНК комплементарны друг другу, а какой участок образует петлю.

Пример задачи 3

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5'-концу в одной цепи соответствует 3'-конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5'-конца. Все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. В цепи РНК и ДНК могут иметься специальные комплементарные участки – **палиндромы**, благодаря которым у молекулы может возникать вторичная структура.

Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь – матричная):

5 ' – ГААТТЦЦТГЦЦГААТТЦ – 3 '
3 ' – ЦТТААГГАЦГГЦТТААГ – 5 '

1. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте.
2. Найдите на данном участке палиндром и установите вторичную структуру центральной петли тРНК.
3. Определите аминокислоту, которую будет транспортировать эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если антикодон равноудалён от концов палиндрома.
4. Объясните последовательность решения задачи.

Для решения задачи используйте таблицу генетического кода. При написании нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

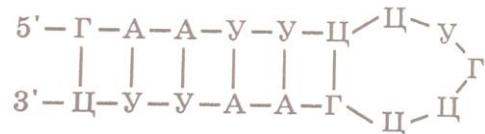
Решение задачи

1. Нуклеотидная последовательность участка центральной петли т-РНК:

5' – ГААУУЦЦУГЦЦГААУУЦ – 3'

2. Палиндром: 5'-ГААУУЦ-3' (3'-ЦУУААГ-5');

3. Вторичная структура т-РНК:



4. Нуклеотидная последовательность антикодона в тРНК 5'-УГЦ-3' (УГЦ) соответствует кодону на иРНК 3'-АЦГ-5 (5'-ГЦА-3', ГЦА);

5. По таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота АЛА (аланин), которую будет переносить данная тРНК.

Допускается любой вариант изображения петли в элементе 3, но из изображения должно быть явно видно, какие участки тРНК комплементарны друг другу, а какой участок образует петлю.

Пример задачи (не известна транскрибуемая цепь)

Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3' конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'-ЦГЦГЦТАТГЦГГТАЦАТТТАГ-3'

3'-ГЦГЦГАТААЦГЦЦАТГТААААТЦ-5'

1. Определите последовательность аминокислот начала полипептида, если синтез начинается с аминокислоты **Мет**.
2. Объясните последовательность решения задачи.

Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

При написании последовательностей нуклеиновых кислот **указывайте направление цепи**.

Таблица генетического кода

(кодоны иРНК «читаются» в направлении 5' → 3')

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Гли	Арг	А
	Лей	Про	Гли	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Решение задачи

-
1. Аминокислоте Мет соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ);
 2. Комплементарный триплет на ДНК - 3'-ТАЦ-5' (5'-ЦАТ-3'; ТАЦ);
ИЛИ
Этому триплету соответствует триплет 5'-АТГ-3' (АТГ) на ДНК;
 3. Такой триплет встречается на верхней цепи ДНК, значит, она является матричной (транскрибируемой);
ИЛИ
Такой триплет обнаруживается на нижней цепи ДНК, значит, верхняя цепь матричная (транскрибируемая);
 4. Последовательность иРНК:
3'-ГЦГЦГАУААЦЦЦАУГУАААУЦ-5'
или 3'- ГЦГЦГАУААЦЦЦАУГУА-5'
или 5'- ЦУАААУГУАЦЦГЦААУАГЦГЦГ-3'
или 5'- АУГУАЦЦГЦААУАГЦГЦГ-3'
 5. Фрагмент полипептида: мет-тир-арг-асн-сер-ала

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!