

Раздел 1. Задачи по теме «Принцип комплементарности, правило Чаргаффа»

Для решения задач этого типа необходимо знание принципа комплементарности, строения и свойств ДНК и РНК, правила Чаргаффа.

Примеры решения задач

Задача 1. Достроить вторую цепочку молекулы ДНК, имеющую следующую последовательность нуклеотидов в одной цепи: АТТЦГАЦГГЦТАТАГ.

Определить ее длину, если один нуклеотид составляет 0,34 нм подлине цепи ДНК.

Решение:

1. Вторая цепочка ДНК строится по принципу комплементарности (А-Т, Г-Ц):

1-ая цепь ДНК – АТТЦГАЦГГЦТАТАГ

2-ая цепь ДНК – ТААГЦТГЦЦГАТАТЦ

2. $L_{\text{ДНК}} = L_{\text{нукл}} \times n_{\text{нукл. в одной цепи ДНК}} = 0,34 \text{ нм} \times 15 = 5,1 \text{ нм}$

Ответ: вторая цепь ДНК имеет состав нуклеотидов ТААГЦТГЦЦГАТАТЦ, длина ДНК составляет 5,1 нм.

Задача 2. В молекуле ДНК тимидиловый нуклеотид составляет 16% от общего количества нуклеотидов. Определите количество (в процентах) каждого из остальных видов нуклеотидов.

Решение:

1. По правилу Чаргаффа количество Т в ДНК = А; следовательно А будет 16%.

2. В сумме А+Т = 32%, следовательно Г+Ц = 100% - 32% = 68%.

3. По правилу Чаргаффа количество Г = Ц, т. е. Г = Ц = 68 : 2 = 34%.

Ответ: количество адениловых нуклеотидов в ДНК равняется 16%, гуаниловых- 34%, цитидиловых-34%.

Задача 3. Химический анализ показал, что 28% от общего числа нуклеотидов данной и-РНК приходится на адениловые, 6% - на гуаниловые, 40% - на уридилловые нуклеотиды. Каков должен быть нуклеотидный состав соответствующего участка одной цепи гена, информация с которого «переписана» на данную и-РНК?

Решение:

1. Подсчитываем процентное содержание цитидиловых нуклеотидов в молекуле и-РНК: Ц = 100% - 28% - 6% - 40% = 26%.

2. Зная, что и-РНК синтезируется с кодирующей цепи гена по принципу комплементарности (причем Т заменяется на У), подсчитываем процентный состав нуклеотидов в одной цепочке гена:

Ци-РНК = Ггена = 26%,

Ги-РНК = Цгена = 6%,

Аи-РНК = Тгена = 28%,

Уи-РНК = Агена = 40%.

Ответ: нуклеотидный состав одной из цепей гена следующий: гуаниловых нуклеотидов- 26%, цитидиловых - 6%, тимидиловых- 28%, адениловых- 40%.

Задачи для самостоятельного решения

1. Одноцепочный фрагмент молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦТТГАТТТТГТТТГТА. Какой будет структура этой ДНК после репликации?

2. Какое строение будет иметь молекула и-РНК, если порядок нуклеотидов в цепочке гена, на котором она синтезируется, имеет следующую последовательность: ГТГТААЦГАЦЦГАТАТТТГТА? Какова длина молекулы ДНК, если длина одного нуклеотида 0,34 Нм?

3. Определить процентное содержание каждого нуклеотида на участке ДНК со следующей последовательностью нуклеотидов в одной цепочке: АААГТЦГГЦЦАТТГ.

4. Химический анализ показал, что фрагмент кодирующей цепи молекулы ДНК(гена) бактериофага имеет такую структуру: ТТТТТТАГГАТЦА. Укажите состав противоположной цепи ДНК, состав и-РНК.

5. Сколько содержится тимидиловых, адениловых и цитидиловых нуклеотидов (в отдельности) во фрагменте молекулы ДНК, если в нем обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22 % от общего количества нуклеотидов в этом фрагменте молекулы ДНК? Какова длина этого фрагмента ДНК?

6. Укажите последовательность нуклеотидов в обеих цепочках фрагмента ДНК, если известно, что РНК, построенная на этом участке ДНК, имеет следующее строение АГУАЦЦГАУАЦУУГАУУУАЦГ. Какова длина этого фрагмента ДНК, если длина одного нуклеотида 0,34 нм?

Раздел 2. Задачи по теме «Свойства генетического кода»

Для решения этих задач необходимо знание свойств кода ДНК, умение пользоваться таблицей генетического кода.

Примеры решения задач

Задача 1. В белке содержится 51 аминокислота. Сколько нуклеотидов будет в цепи гена, кодирующей этот белок, и сколько- в соответствующем фрагменте молекулы ДНК?

Решение:

Поскольку генетический код триплетен, т. е. одна аминокислота кодируется тремя нуклеотидами, то количество нуклеотидов в кодирующей цепи гена будет $51 \times 3 = 153$, а в двухцепочечной ДНК количество нуклеотидов будет в двое больше, т. е. $153 \times 2 = 306$.

Ответ: в кодирующей цепи гена будет содержаться 153 нуклеотида, во фрагменте ДНК-306.

Задача2. В кодирующей цепи гена содержится 600 нуклеотидов. Сколько аминокислот содержится в молекуле белка, информация о которой закодирована в этом гене, если в конце гена имеются два стоп- триплета?

Решение:

1. Поскольку в конце гена имеются два стоп-кодона, то 6 нуклеотидов (2×3) не несут информации о структуре белка. Значит, информация о данном белке закодирована в цепочке из 594 ($600 - 6$) нуклеотидов.

2. Основываясь на триплетности кода, подсчитаем количество аминокислот: $594 : 3 = 198$.

Ответ: в молекуле белка содержится 198 аминокислот.

Задача 3. В белке содержится 25 аминокислот. Сколько нуклеотидов содержится в кодирующей цепи гена, если три «знака препинания» стоят в конце гена?

Решение:

1. Определим количество нуклеотидов в кодирующей части соответствующей цепи гена: $25 \times 3 = 75$.

2. Поскольку каждый “знак препинания” содержит 3 нуклеотида, то общее количество нуклеотидов в кодирующей цепи гена составляет $75 + 3 \times 3 = 84$.

Ответ: в кодирующей цепи гена содержится 84 нуклеотида.

Задача 4. Длина фрагмента молекулы ДНК бактерии равняется 20,4 нм. Сколько аминокислот будет в белке, кодируемом данным фрагментом ДНК?

Решение:

1. Определим число нуклеотидов в кодирующей цепи гена: $20,4 \text{ нм} : 0,34 \text{ нм} = 60$.

2. Исходя из триплетности кода определяем количество аминокислот в белке: $60 : 3 = 20$.

Ответ: в белке будет 20 аминокислот.

Задача 5. Длина гена 34,68 нм. Какова масса молекулы белка, кодируемой данным геном, если по одному регуляторному триплету находится в начале и в конце гена, длина одного нуклеотида- 0,34 нм, а масса одной аминокислоты- 100 а. е.?

Решение:

1. Находим количество нуклеотидов в кодирующей цепи гена: $34,68 \text{ нм} : 0,34 \text{ нм} = 102$.
2. Учитывая, что по одному регуляторному триплету находится в начале и в конце кодирующей цепи гена, находим количество нуклеотидов, несущих информацию о структуре белка: $102 - 2 \times 3 = 96$.
3. Зная, что за каждую аминокислоту отвечает один триплет нуклеотидов, определяем количество аминокислот в молекуле белка: $96 : 3 = 32$.
4. Находим массу белковой молекулы: $100 \text{ а. е.} \times 32 = 3200 \text{ а. е.}$

Ответ: масса белковой молекулы 3200 а. е.

Задачи для самостоятельного решения

1. Сколько аминокислот содержится в белке, если во фрагменте молекулы ДНК, в которой зашифрована информация об этом белке, содержится 100 адениловых и 200 гуаниловых нуклеотидов?
2. Сколько кодонов содержит участок кодирующей цепи ДНК следующей последовательностью нуклеотидов: ААТГГЦАТГЦТТАТЦГГАГЦЦА?
Сколько аминокислот будет в белке, кодируемом этим фрагментом гена?
3. Пользуясь таблицей генетического кода, определите, как кодируются триплетными ЦАТ, ТТТ, ГАТ. Какими триплетными в ДНК закодированы аминокислоты валин, фенилаланин, триптофан?
4. Участок молекулы белка включает следующие аминокислоты: -лей-вал-лиз-алан-. Какова масса участка одной цепи гена, кодирующей данный белок, если масса одного нуклеотида равна 350?
5. Относительная молекулярная масса белка равна 40 000, масса одного нуклеотида - 350, длина одного нуклеотида 0,34 нм, масса одной аминокислоты 100.
Определите массу цепи гена, кодирующей этот белок.

Раздел 3. Задачи по теме «Биосинтез белка»

Для решения этого типа задач необходимы знания о механизме биосинтеза белка (транскрипции, трансляции), принципе комплементарности, свойствах генетического кода, умение пользоваться таблицей генетического кода.

Примеры решения задач

Задача 1. Участок ДНК содержит последовательно расположенные нуклеотиды ААГТГТГАЦТТА. Укажите аминокислотный состав белковой цепи, кодируемой этим участком ДНК.

Решение:

1. Распределяем участок ДНК на триплеты: ААГТГТГАЦТТА.
2. Используя таблицу генетического кода, переводим эти триплеты ДНК на язык аминокислот (этот этап работы можно проводить, «синтезируя» сначала и-РНК по цепи ДНК, а затем по ней- молекулу белка):
кодона ДНК ААГТГТГАЦТТА
кодона и-РНК УУЦАЦАЦУГААУ
аминокислоты фен- тре- лей- асп

Ответ: аминокислотный состав белковой цепи будет следующий: фен-тре-лей-асп.

Задачи для самостоятельного решения

1. Покажите порядок аминокислот в белке, если известно, что и-РНК, по которой он строится, имеет следующую последовательность нуклеотидов:
АААЦААГУУАЦАГАУУУЦ.
2. С какой последовательности мономеров начинается полипептид, если в гене он закодирован следующей последовательностью нуклеотидов:

ГТТЦТААААГГГЦЦЦ? Как изменится последовательность мономеров полипептида, если под воздействием облучения между восьмым и девятым нуклеотидами гена встроится тимидиловый нуклеотид?

3. На участке левой (условно) цепи ДНК нуклеотиды расположены в такой последовательности: АЦААТААААГТТ. Какую первичную структуру имеет полипептид, если кодирующей является правая цепь ДНК?

5. Какие т-РНК (с какими антикодонами) участвуют в синтезе белка по матрице следующей и-РНК: АААЦААГУУАЦА?

6. Какие т-РНК участвуют в синтезе белка, зашифрованного следующей последовательностью нуклеотидов кодирующей цепи ДНК: ААТЦАЦГАТЦЦТ?

Таблица генетического кода

		Второй нуклеотид					
		У	Ц	А	Г		
Первый нуклеотид	У	УУУ } Фенил-аланин	УЦУ } Серин	УАУ } Тирозин	УГУ } Цистеин	Третий нуклеотид	У Ц А Г
		УУЦ } Лейцин	УЦЦ } Серин	УАЦ } Тирозин	УГЦ } Цистеин		
		УУА } Лейцин	УЦА } Серин	УАА } Стоп-кодон	УГА } Стоп-кодон		
		УУГ } Лейцин	УЦГ } Серин	УАГ } Стоп-кодон	УГГ } Триптофан		
Ц	ЦУУ } Лейцин	ЦЦУ } Пролин	ЦАУ } Гистидин	ЦГУ } Аргинин	Ц У Ц А Г		
	ЦУЦ } Лейцин	ЦЦЦ } Пролин	ЦАЦ } Гистидин	ЦГЦ } Аргинин			
	ЦУА } Лейцин	ЦЦА } Пролин	ЦАА } Глутамин	ЦГА } Аргинин			
	ЦУГ } Лейцин	ЦЦГ } Пролин	ЦАГ } Глутамин	ЦГГ } Аргинин			
А	АУУ } Изолейцин	АЦУ } Треонин	ААУ } Аспарагин	АГУ } Серин	У Ц А Г		
	АУЦ } Изолейцин	АЦЦ } Треонин	ААЦ } Аспарагин	АГЦ } Серин			
	АУА } Метионин старт-кодон	АЦА } Треонин	ААА } Лизин	АГА } Аргинин			
	АУГ } Метионин старт-кодон	АЦГ } Треонин	ААГ } Лизин	АГГ } Аргинин			
Г	ГУУ } Валин	ГЦУ } Аланин	ГАУ } Аспарагиновая кислота	ГГУ } Глицин	У Ц А Г		
	ГУЦ } Валин	ГЦЦ } Аланин	ГАЦ } Аспарагиновая кислота	ГГЦ } Глицин			
	ГУА } Валин	ГЦА } Аланин	ГАА } Глутаминовая кислота	ГГА } Глицин			
	ГУГ } Валин	ГЦГ } Аланин	ГАГ } Глутаминовая кислота	ГГГ } Глицин			