

1 задание. (5 баллов)

This diagram illustrates the internal structure of a plant root. The central part is the stele, which contains the vascular tissues. The outer layer of cells is the epidermis, and the layer just inside it is the cortex. The diagram shows the arrangement of xylem and phloem, as well as the endodermis and pericycle. The root tip is shown with its various parts, including the root cap and the growing point. The diagram is labeled with letters A through Z, corresponding to the following structures:

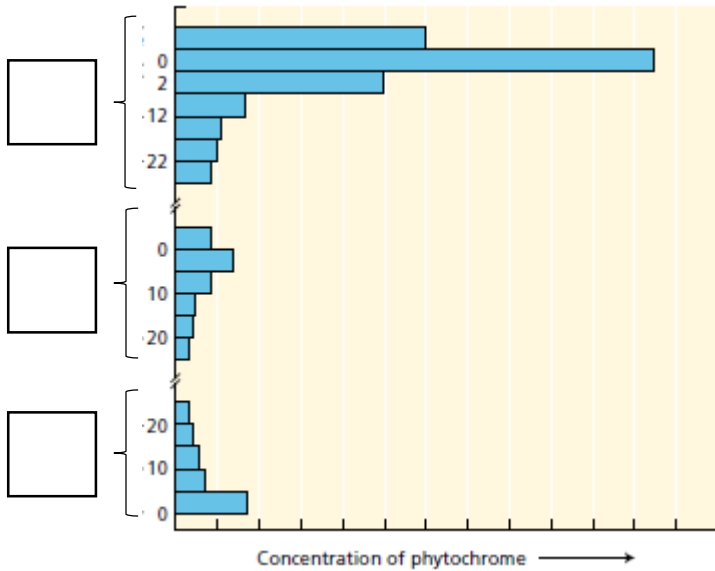
- A: Root cap
- B: Root apical meristem
- C: Epidermis
- D: Cortex
- E: Endodermis
- F: Pericycle
- G: Xylem
- H: Phloem
- I: Metaxylem
- J: Protoxylem
- K: Metaphase plate
- L: Anaphase plate
- M: Telophase plate
- N: Cytokinesis
- O: Root hair
- P: Root nodule
- Q: Root tip
- R: Root segment
- S: Root system
- T: Root growth
- U: Root branching
- V: Root elongation
- W: Root differentiation
- X: Root maturation
- Y: Root senescence
- Z: Root death

- A. Инфекционная нить
- B. Зрелые корневые клубеньки
- C. Факторы клубеньковых бактерий
- D. Сосудистая ткань корня
- E. Ризобии
- F. Сосудистая ткань корневых клубеньков
- G. Внутриклеточная ризобия
- H. Зараженные корневые волоски
- I. Кора корня

- J. Развитие корневых клубеньков
- K. Флавоноиды
- L. Эндодерма
- M. Эпидермис
- N. Поясок Каспари

2 задание. (3 балла)

Фитохром — фоторецептор, сине-зеленый пигмент, играющий важную роль в ряде процессов, таких как цветение и прорастание семян. На нижеприведенном графике показана концентрация фитохрома в различных органах прорастающего растения.



Соотнесите регионы на графике с нижеприведенными органами. Запишите свои ответы в квадратики на графике.

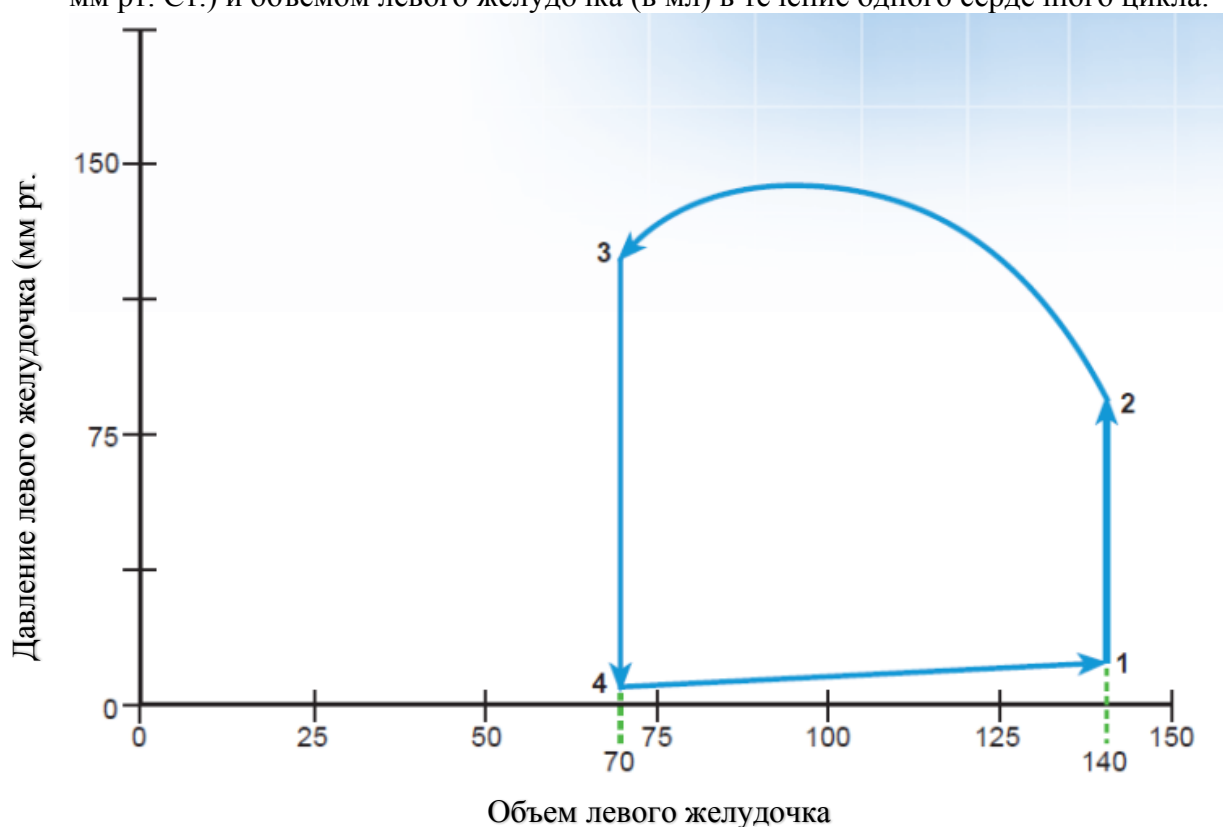
- A. Стебель
- B. Корень
- C. Цветок
- D. Лист
- E. Эпикотиль
- F. Гипокотиль

3 Задание. (5 баллов) Миастения — аутоиммунное нервно-мышечное заболевание, характеризующееся патологически быстрой утомляемостью поперечнополосатых мышц, вследствие снижения их способности сокращаться.

Нижеприведены препараты, которые действуют на различных этапах нейромышечной передачи. Определите какие препараты противопоказаны при миастении, какие разрешены, какие не имеют никакого эффекта?

Препарат	Действие	Противопоказано	Разрешено	Не имеет эффекта
Пиридостигмин	Ингибитор ацетилхолинэстеразы			
Ботулотоксин	Блокирует выброс ацетилхолина			
Кураре	Конкурентный ингибитор рецептора ацетилхолина			
Метилсульфат неостигмина	Ингибитор ацетилхолинэстеразы			
Гемиклоний	Блокирует всасывания холина в нейрон			

4 задание. (10 баллов) На графике показано соотношение давления к объему для левого желудочка. Этот график показывает взаимосвязь между давлением левого желудочка (в мм рт. Ст.) и объемом левого желудочка (в мл) в течение одного сердечного цикла.



А) (7 баллов) Используя информацию с графика, укажите участки, соответствующие данным процессам:

1. Диастола

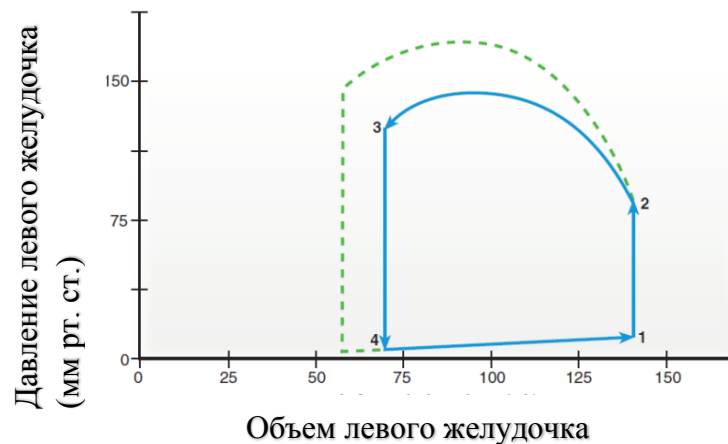
2. Систола

3. Клапаны аорты открываются

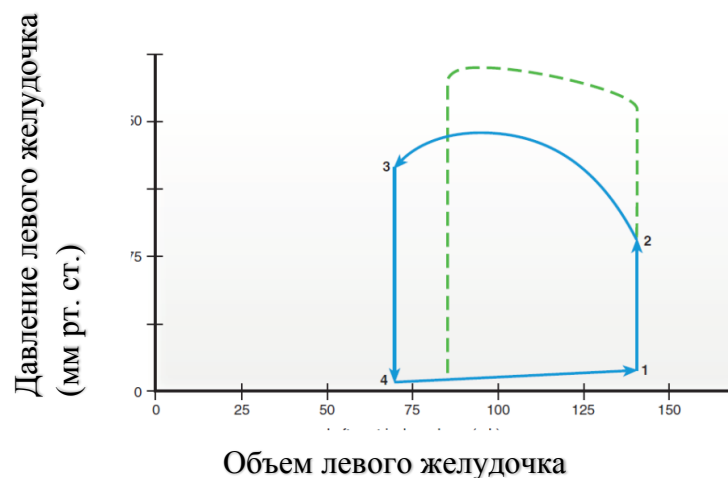
4. Клапаны аорты закрываются
5. Митральные клапаны открываются
6. Звук первого удара сердца
7. Звук второго удара сердца

Б) (3 балла) При различных условиях данный график может изменять свою форму. Сопоставьте нижеприведенные графики с данными ниже условиями.

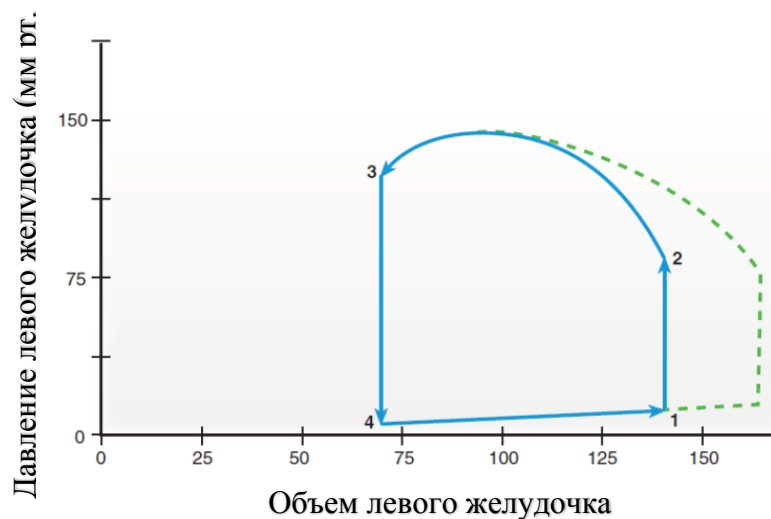
А.



В.

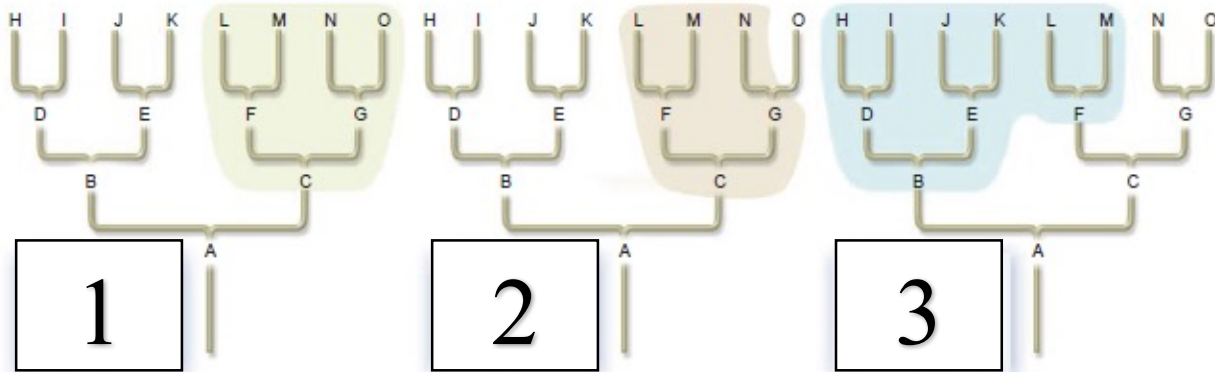


С.



-
-
-

5 задание. (3 балла)



Соотнесите цифры с типом таксономической группы.

- А. Полифилетическое
В. Парафилетическое
С. Монофилетическое

6 задание. (6 баллов)

Соотнесите буквы с таксономическими группами

1. Хвойные
2. Папоротниковидные
3. Мхи
4. Антоцеротовидные
5. Простые харовые
6. Зеленые водоросли
7. Цветковые
8. Печеночники
9. Саговниковые
10. Плауновидные
11. Гинкго
12. Сложные харовые

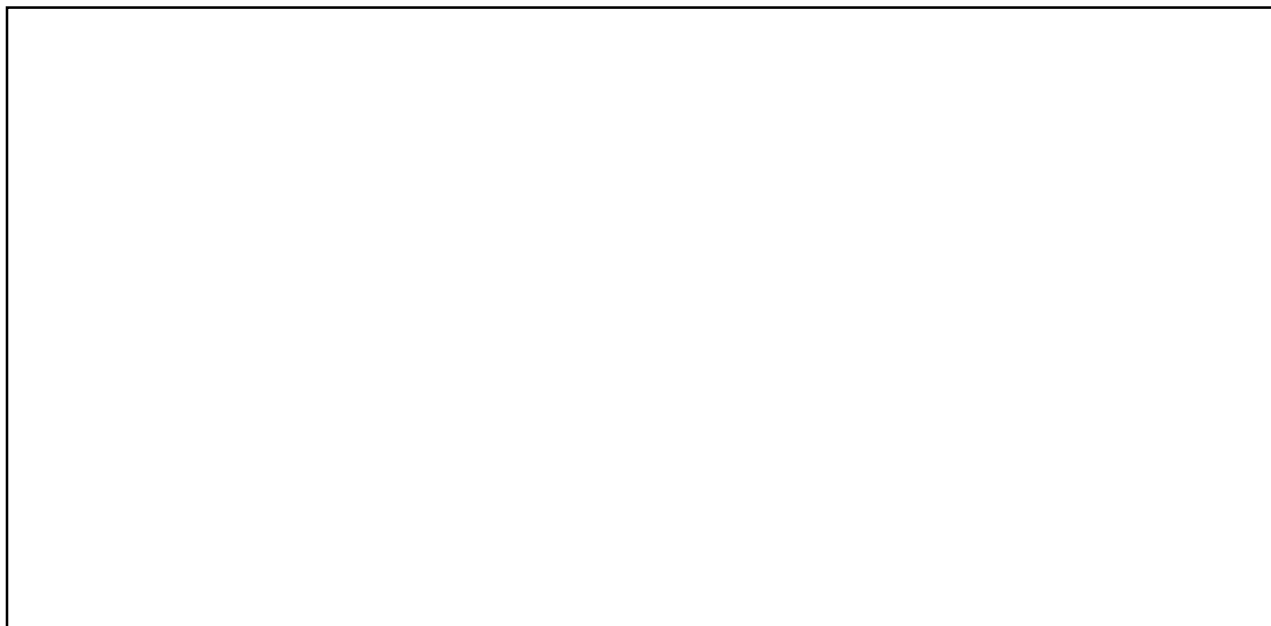
[illegible]

Процесс/ Характеристика	Числа/Буквы
Анаэробная стадия дыхания	
Фосфорилирование на уровне субстрата	
Окислительное фосфорилирование	
Сайт окисления пирувата	
Количество АТФ синтезируемая в стадий А от 1 молекулы глюкозы	
Сайт активного функционирования АТФ синтетазы	
Стадия образования молочной кислоты	
Количество НАДН образующая от 2 молекул АТФ	
Сайт ингибирования цианидом	

8 задание. Мы можем классифицировать животных на основе их сходства. Родственные животные имеют схожие особенности и поэтому расположены близко друг к другу на филогенетическом дереве. На диаграмме указаны признаки животных и их наличие (цифра 1) или отсутствие (0) у некоторых животных. **(4 балла)**

		таксон					
		ланцетник	минога	тунец	саламандра	черепаха	леопард
отличительный признак	Позвоночник	0	1	1	1	1	1
	Шарнирные челюсти	0	0	1	1	1	1
	Четыре ноги	0	0	0	1	1	1
	Амниотическое яйцо	0	0	0	0	1	1
	Волосы	0	0	0	0	0	1

Основываясь на данной таблице характеристик, постройте кладограмму (филогенетическое древо) этих животных.

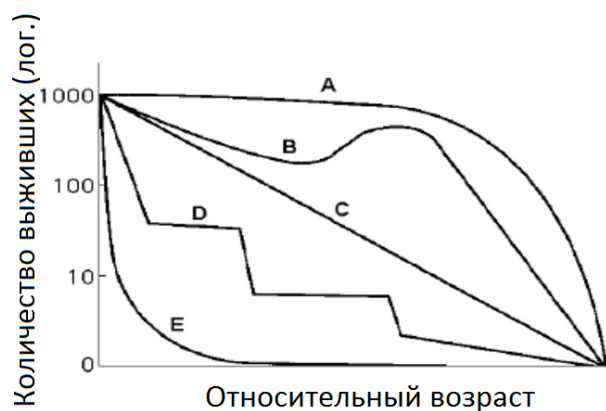


9 задание. Ионы кальция поглощаются из кишечника в кровь. Поместите следующие части системы кровообращения в том порядке, в котором кальций перемещается вдоль них с места абсорбции в кишечнике до бедренной кости. **(3.5 балла)**

- A) капилляры кишечных ворсинок
- B) левый желудочек
- C) правый желудочек
- D) печеночная вена
- E) легочная вена
- F) легочная артерия
- G) бедренная артерия



10 задание. Вам представлен график выживаемости разных видов животных. Ответьте на нижеследующие вопросы в таблице. Замечание: ответы могут повторяться. **(3 балла)**



- 1.1 Какая кривая лучше показывает выживаемость морских моллюсков?
- 1.2 Какая кривая лучше показывает выживаемость африканских слонов?
- 1.3 Какая кривая лучше показывает выживаемость крабов, которые периодически линяют?
- 1.4 Какая кривая лучше показывает выживаемость людей в развитых странах?
- 1.5 Какая кривая лучше показывает выживаемость ласточек, голубей и синиц?
- 1.6 Какая кривая лучше показывает выживаемость животных, у которых выживаемость не зависит от возраста?

Вопрос	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Ответ						

11 задание. (5 баллов). Мужчина с группой крови А женился на женщине с группой крови В, и у них родился ребенок с группой крови О.
Каковы генотипы всех трех (отца, матери и ребенка)? (2 балла)

Какие генотипы и с какими частотами можно ожидать в потомстве от этой пары? (3 балла)

12 задание. (10 баллов) У мух дикого типа (WT) красные глаза, возникающие в результате смешивания коричневого и ярко-красного пигментов.
Мутация в гене *white* дает белые глаза.
Нокаут гена *cinnabar* дает ярко-красные глаза.
Нокаут гена *brown* дает коричневые глаза.
У мух дикого типа (WT) нормальные крылья, в то время как мутации в гене *vestigial* приводят к зачаточным крыльям.
Ген *white* расположен на X хромосоме, гены *brown-cinnabar-vestigial* расположены на одной хромосоме в указанном порядке.
Самцов с белыми глазами и нормальными крыльями скрестили с самками с белыми глазами и зачаточными крыльями. Все полученные потомки (F1) являются самками с красными глазами или самцами с белыми глазами. В F1 не было мух с зачаточными крыльями.
Самки F1 скрещивались с самцом с белыми глазами и зачаточными крыльями. Число самок с разными фенотипами, полученных в результате этого скрещивания, приведено ниже.

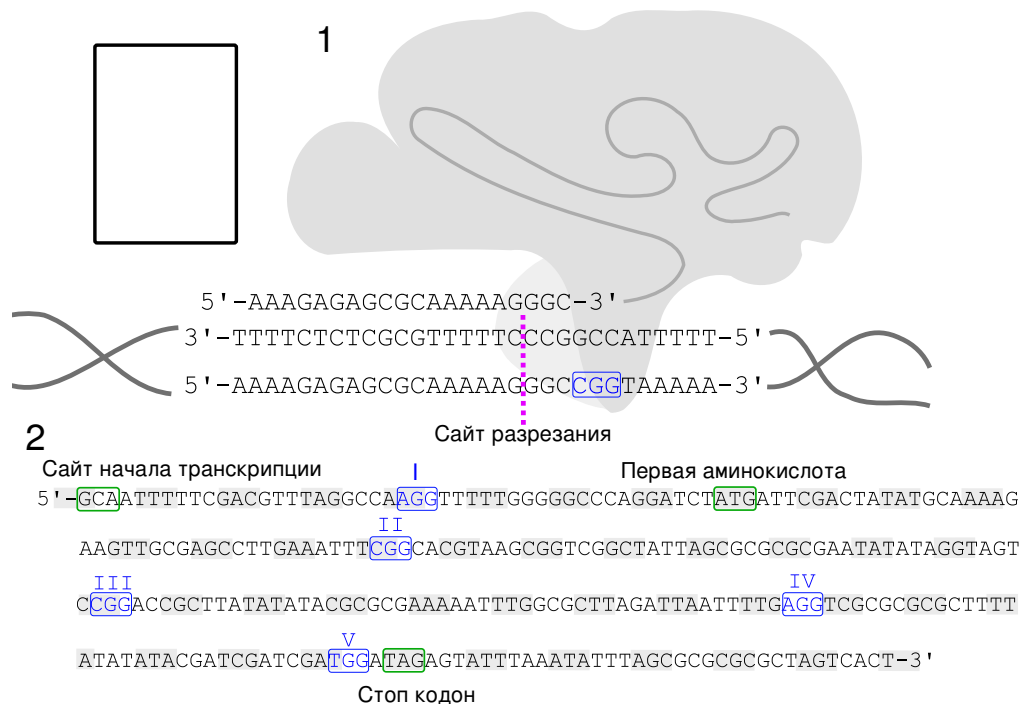
Фенотип самок F2	Количество
Белые глаза, нормальные крылья	500
Красные глаза, зачаточные крылья	500
Красные глаза, нормальные крылья	50
Белые глаза, зачаточные крылья	50
Коричневые глаза, зачаточные крылья	5
Ярко-красные глаза, нормальные крылья	5

Определите генотипы мух первого скрещивания и их потомства (F1) (8 баллов)

Определите расстояние между генами *brown-cinnbar-vestigial* (2 балла)

13 задание. (8 баллов) Майкл Смит (1932 - 2000) изобрел сайт-направленный мутагенез, который теперь можно выполнять значительно проще с помощью технологии CRISPR-Cas9. Белок Cas9 из *Streptococcus pyogenes* направляется с помощью гидовой РНК (гидРНК) длиной 20 п.о., комплементарно спаривающейся с ДНК-мишенью. Данный фермент Cas9 может делать только двуцепочечные разрезы в ДНК на три основания левее от сайта 5'-NGG-3' (1). Места двуцепочечных разрезов атакуются ферментами, разрушающими ДНК (экзонуклеазами), а затем снова соединяются.

На рисунке (2) показан ген X, который Вы хотите заставить прекратить работать. Альтернативным способом нокаута генов является использование пары модифицированных Cas9, которые делают только одноцепочечные разрезы, и гидовых РНК, которые нацелены на расположенные рядом сайты.



А. Выберите последовательность гидовой РНК, которая направит Cas9 на сайт I. Вам нужно выбрать из пяти последовательностей гидов-РНК (2 балла):

- 1 = 5'-ATTTTTCGACGTTTAGGCCA-3'
- 2 = 5'-AUUUUUCGACGUUUAGGCCA-3'
- 3 = 5'-AUAAAACGUGCAAAUCCGGU-3'
- 4 = 5'-UUUGCACGUUUAGGCCAAGG-3'
- 5 = 5'-UUUUUGGGGGGCCAGGAUCU-3'

Б. Какова вероятность нахождения NGG сайта в последовательности, длиной в 100 нуклеотидов? (3 балла)

В. Сколько NGG сайтов на данной выше последовательности гена X? (1 балл)

Г. Выберите лучший из имеющихся NGG сайтов, который можно использовать в качестве мишени для выключения гена X (Отметьте на картинке выше) (2 балла)

14 задание. Предположим, что у вас есть трипептид, состоящий из гистидина, глицина и glutаминовой кислоты (9 баллов)

	Функциональные группы	pK ₁ (COOH)	pK ₂ (NH ₃ ⁺)	pK ₃ (R группа)
His		1.82	9.17	6.0
Gly	-H	2.34	9.6	
Glu		2.19	9.67	4.25

- А) **Нарисуйте** трипептид в следующей последовательности: N-конец-His-Gly-Glu-C-конец. Все функциональные группы должны быть в **заряженных формах**. А также, **обведите кружочком** все пептидные связи. (3 балла)

- В) Предположим, что этот трипептид является частью α-спирали трансмембранного белка. **Обведите квадратом** молекулы **водорода**, которые участвуют в образовании водородных связей для стабилизации структуры спирали. (2 балла)

- С) Некоторые функциональные группы трипептида могут быть заряженными в зависимости от значения pH. Исходя из данных в таблице, определите общий заряд трипептида при соответствующих значениях pH. (4 балла)

Общий заряд трипептида при pH= 2

Общий заряд трипептида при pH= 4

Общий заряд трипептида при pH= 7

Общий заряд трипептида при pH= 8