

Место для баллов:

Код:

КАБИНЕТ № 2. БИОХИМИЯ
(30 баллов)

Продолжительность выполнения задания – 1 час 30 минут

Практическая часть (30 баллов)

Задание 1 (6 баллов)

Ниже в таблице приведено несколько задач. В пустые ячейки напротив впишите ответ на каждое задание.

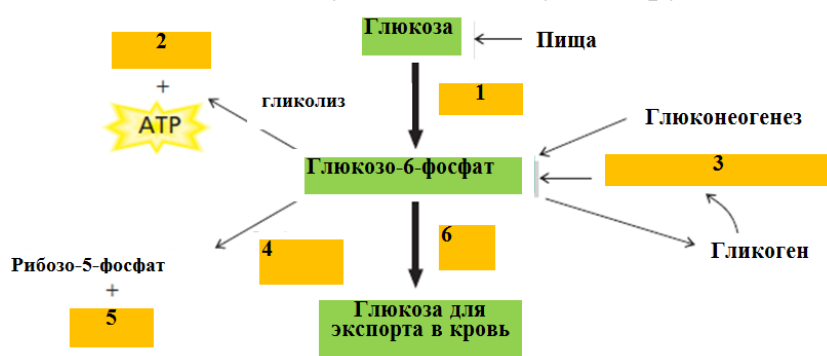
Задача	Ответ
<p>1. Количественный аминокислотный анализ бычьего сывороточного альбумина (БСА) показал, что данный белок содержит 0.58% Трп ($M_r=204$) по массе.</p> <p>А. Рассчитайте минимальную молекулярную массу БСА, если допустить, что в молекуле содержится только один остаток Трп.</p> <p>Б. Методом гель-фильтрационной хроматографии было установлено, что молекулярная масса БСА составляет 70 000 Да. Какое количество остатков Трп на самом деле содержится в данном белке?</p>	<p>1 балл</p> <p>А. 32 кДа</p> <p>Б. 2 остатка</p>
<p>2. Некоторый белок имеет молекулярную массу в 400 кДа, установленную методом гель-фильтрации в нативных условиях. При анализе данного белка методом электрофореза в присутствии додецилсульфата натрия (SDS) на геле обнаруживается три бэнда, соответствующие молекулярной массе в 180, 160 и 60 кДа. Если проводить электрофорез в присутствии SDS и дитиотреитола (ДТТ), также выявляется</p>	<p>1 балл</p> <p>гетеротетрамер</p>

<p>три бэнда, но размером 160, 90 и 60 кДа.</p> <p>Напишите, какую субъединичную организацию имеет исследованный белок?</p>	
<p>3. Был очищен новый белок с неизвестной структурой. Результаты метода гель-фильтрационной хроматографии показали, что нативный белок имеет массу 240 000 Да. Та же хроматография в присутствии 6 М денатуранта гуанидингидрохлорида (Gdn-HCl) показала один пик для белков с $M_r=60\ 000$. На профиле хроматограммы гель-фильтрации в присутствии 6 М Gdn-HCl и 10 мМ β-меркаптоэтанола обнаружено 2 пика, соответствующие M_r с 34 000 и 26 000 Да. Какое субъединичное строение имеет данный белок</p>	<p>1 балл</p> <p>гомотетрамер/ гетерооктамер</p>
<p>4. Определите величину и общий заряд олигопептида следующего строения при pH 3, 8 и 11. Ниже в скобках указаны pK_a функциональных групп.</p> <p style="text-align: center;">Glu – His – Trp – Ser – Gly – Leu – Arg – Pro – Gly</p> <p>Glu – ($pK_2\text{-NH}_3^+ - 9.7$; $pK_R\text{-COOH} - 4.3$) His – ($pK_R - 6$) Arg – ($pK_R - 12.5$) Gly – ($pK_1\text{-COOH} - 2.3$)</p> <p>А. pH 3 Б. pH 8 В. pH 11</p>	<p>1.5 балла</p> <p>А. +2 Б. 0 В. -1</p>
<p>5. Через катионообменный сорбент сульфопропил-сефарозу были пропущены три пары аминокислот в растворе с pH 6. В</p>	<p>1.5 балла</p>

ответе укажите, какая из аминокислот выйдет первой.	
А. Asp и Lys	А. Asp
Б. Arg и Met	Б. Met
В. His и Glu	В. Glu

Задание 2 (3 балла)

Глюкозо-6-фосфат выполняет ключевую роль в метаболизме углеводов в печени, положение которого в метаболических путях отображено на схеме ниже. Соотнесите скрытые элементы схемы под номерами 1-6 с предложенными метаболитами, ферментами или метаболическими путями. При заполнении таблицы ответов вносите только буквенное обозначение скрытого элемента соответствующее своему номеру.



- А – Глюкозо-1-фосфат
 В – Глюкозо-6-фосфатаза
 С – Гексокиназа
 D – НАДФН
 E – Пентозофосфатный путь
 F – Пируват

(0.5 балла за каждую верную ячейку)

Ответ:

Скрытый элемент	1	2	3	4	5	6
Метаболит/ Метаболический путь	С	F	А	E	D	В

Задание 3 (6 баллов)

Ниже приведено 6 рисунков, на которых изображено расположение субстратов и продуктов в активных центрах ферментов, отражающих механизм катализирующей им реакции. В таблице перечислены ферменты, осуществляющие данные реакции и классы ферментов, к которым они принадлежат.

На основании рисунков и предложенных ферментов заполните таблицу,

соотнеся предложенный механизм, класс и непосредственно сам фермент.

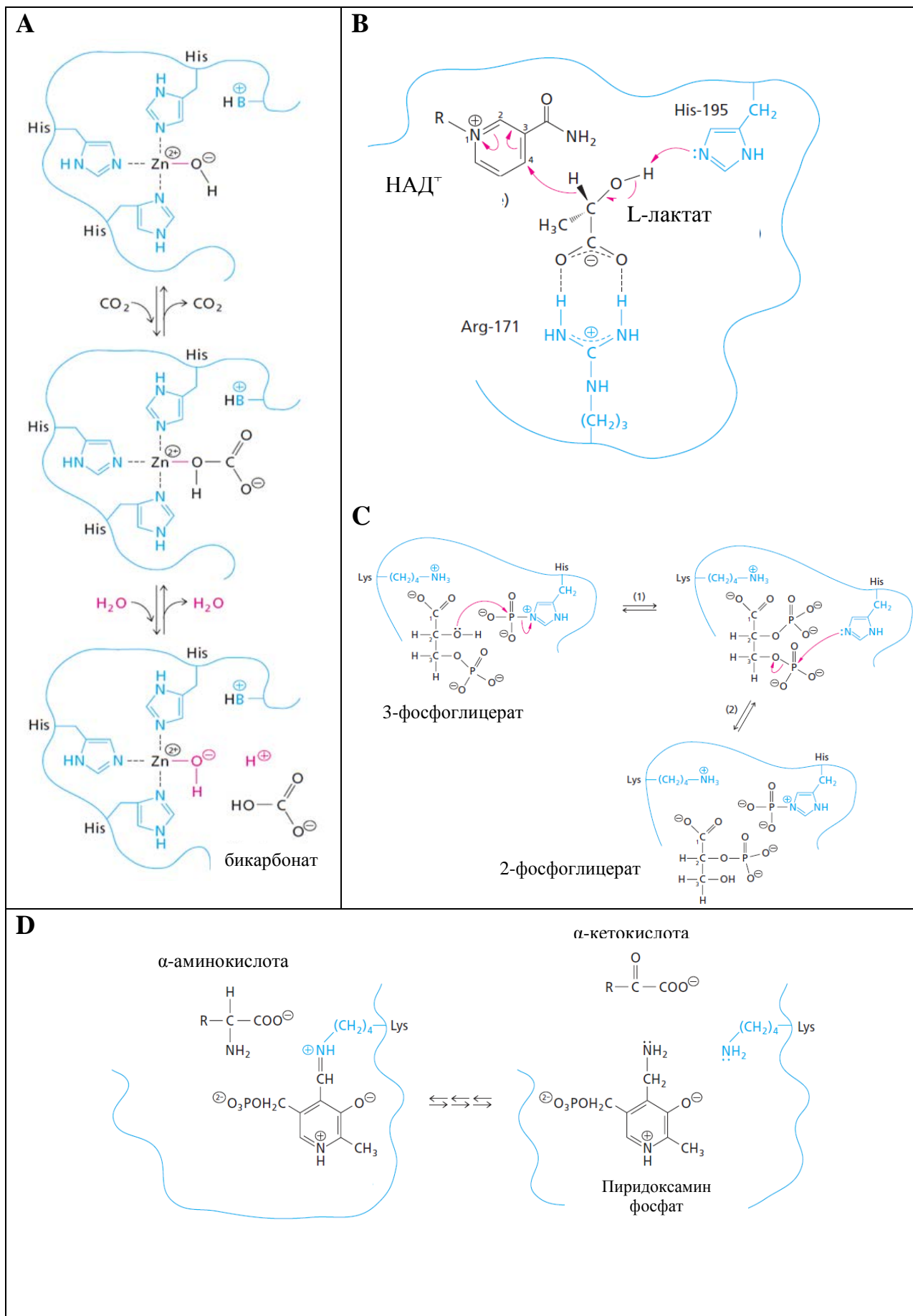
В таблицу для ответов вносите только цифровое обозначение класса и фермента.

Класс фермента	Фермент
I – Оксидоредуктазы	1 – Фосфоглицератмутаза
II – Трансферазы	2 – Лактатдегидрогеназа
III – Гидролазы	3 – Трансаминаза
IV – Лиазы	4 – ДНК-лигаза
V – Изомеразы	5 – Химотрипсин
VI – Лигазы	6 – Карбоангидраза

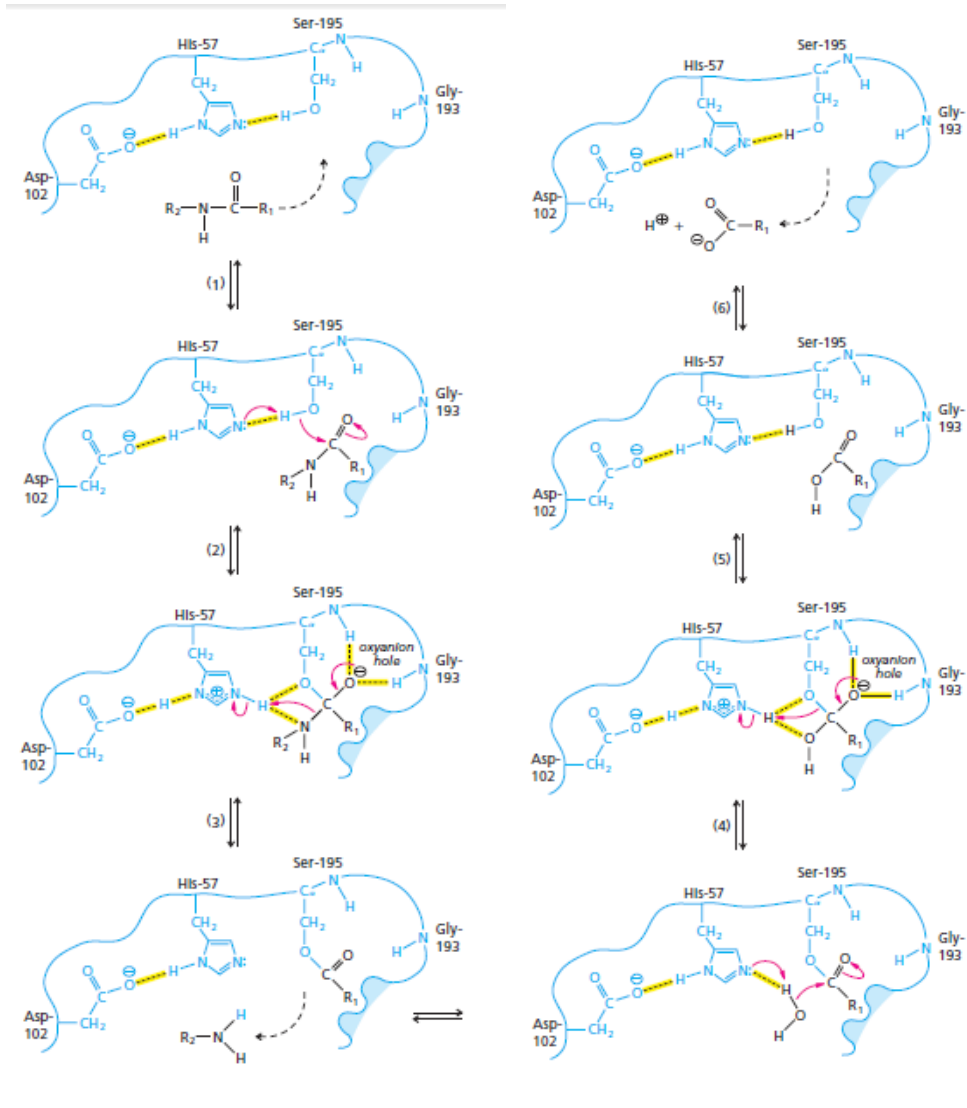
(1 балл только за каждое верное соответствие)

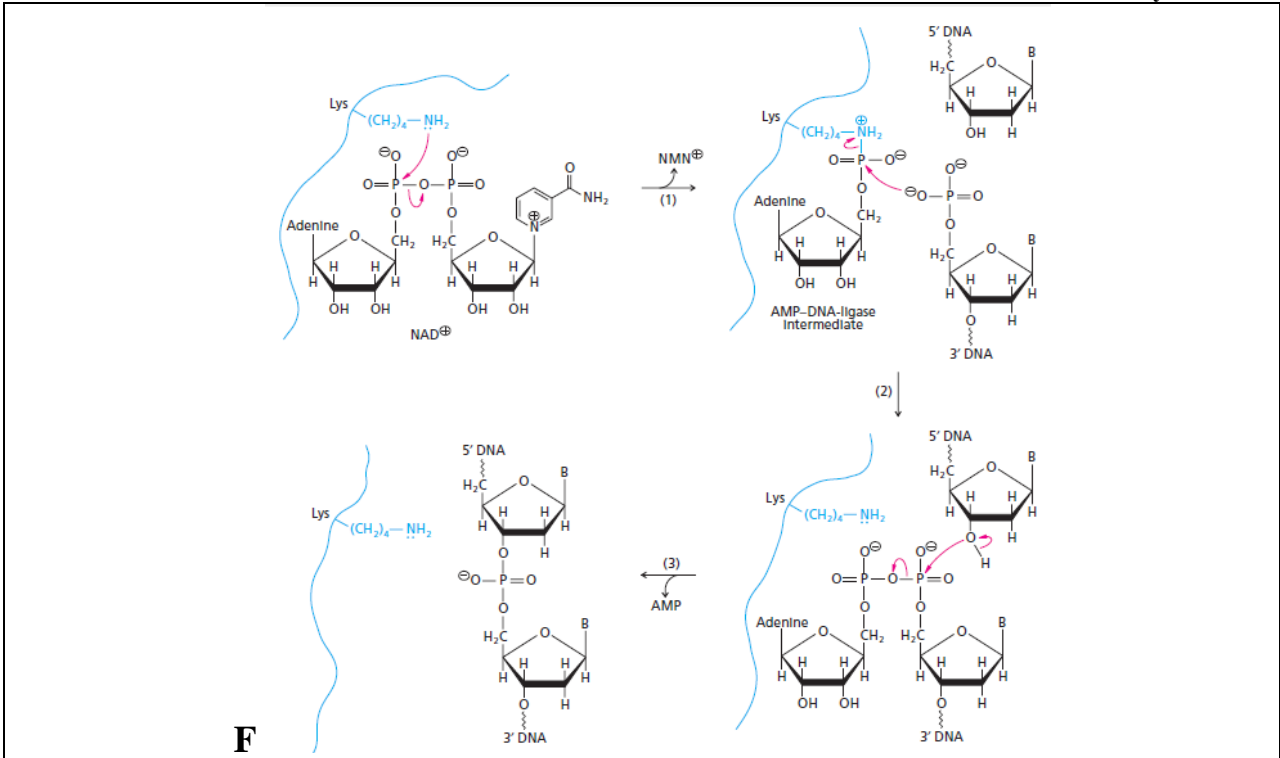
Ответ:

Механизм катализа	A	B	C	D	E	F
Класс фермента	IV	I	V	II	III	VI
Фермент	6	2	1	3	5	4



E





Задание 4 (9 баллов)

А (6 баллов). Один исследователь-натуралист Жан-Батист Омарк после экспедиции и разбора собранной коллекции обнаружил на руке покраснение, припухлость и стал чувствовать развивающуюся боль. Он предположил, что это стало следствием укуса животным из разобранной коллекции. Перед страхом смерти он тотчас направился к всемирно известному токсикологу и специалисту по ядам/биотоксинам Лукреции Горджиа, чтобы определить яд и получить от нее антидот. Сейчас жизни Жан-Батист Омарка благодаря стараниям Лукреции ничего не угрожает, так как она, проведя ряд аналитических экспериментов смогла достаточно быстро определить отравителя.

Ниже вам предложен список животных из собранной коллекции Жан-Батист Омарка, для установления вида, который мог укусить исследователя. Сделать это вам нужно на основании капельных реакций и предложенной ниже информации, которая касается соотношению модельных образцов, содержащие кровь/гемолимфу (а именно транспортный компонент кислорода), продукты азотистого обмена и основной компонент, содержащийся в яде/биотоксине, выделяемого при защите, при условии, если такой выделяется, виду животного из собранной коллекции.

6 видов животных из коллекции Жан-Батист Омарка:

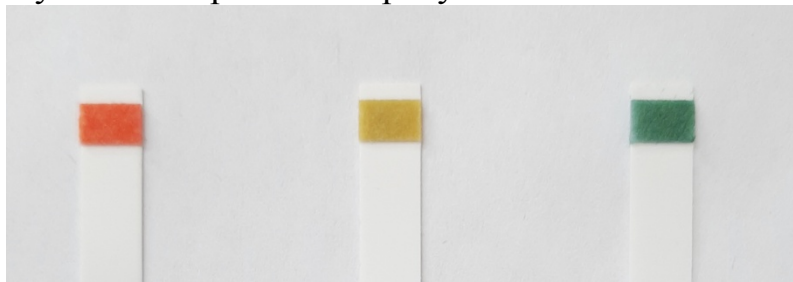
рыжий лесной муравей (*Formica rufa*),
представитель Хвостоклообразных (*Myliobatiformes*),
брюхоногий моллюск рода *Conus*,
техасский гремучник (*Crotalus atrox*),
пустынный скорпион (*Hadrurus arizonensis*),
мечехвост (*Limulus polyphemus*),
пиранья (*Pygocentrus nattereri*)

В пробирках А, В, С, D, Е, F и G содержатся модельные образцы крови/гемолимфы, точнее один из переносчиков кислорода: Fe^{2+} , Cu^{2+} , либо гемолимфа. С помощью качественных реакций на данные катионы с использованием NaOH, определите соответствие данных пробирок виду животного. Для этого перенесите по **2 капли** раствора из данных пробирок в соответствующие ячейки таблицы для капельных реакций, далее к внесенным каплям добавьте по 2 капли раствора NaOH и перемешайте зубочисткой. Сделайте вывод на основе полученных результатов.

В пробирках 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 содержится один из основных продуктов азотистого обмена данных животных: NH_3 , мочевины или мочевиной кислоты. Определите соответствие данных пробирок виду животного. Для этого перенесите по **2 капли** раствора из данных пробирок в соответствующие ячейки таблицы для капельных реакций, и с помощью полоски универсальной индикаторной бумаги определите их pH. Сделайте вывод на основании

полученных результатов и знаний о химических свойствах данных соединений.

Соответствие кислого, нейтрального и щелочного значения рН окраске индикаторной бумаги отображено на рисунке ниже.



Кислый рН

Нейтральный рН

Щелочной рН

В пробирках I-VII содержится модулирующее вещество основного компонента выделяемого яда/биотоксина, если таковой выделяется. На первом этапе определите их рН. Для этого перенесите по **2 капли** раствора из пробирок Ia, IIa, IIIa, IVa, Va, VIa, и VIIa в соответствующие ячейки таблицы **третьего ряда** для капельных реакций. С помощью индикаторной бумаги определите рН капель в **этом ряду** (от Ia до VIIa). Соответствие кислого, нейтрального и щелочного значения рН окраске индикаторной бумаги отображено на рисунке выше.

Далее из пробирок Ib, IIb, IIIb, IVb, Vb, VIb и VIIb перенесите по **2 капли** раствора в соответствующие ячейки **четвертого ряда** и к каждой внесенной капле (от Ib до VIIb) добавьте по 2 капли реагента А, тщательно перемешайте зубочисткой и подождите 5 мин. Затем к каждой полученной капле **четвертого ряда** добавьте 1 каплю реагента В и также тщательно перемешайте зубочисткой. Через 1-2 мин разовьется синее окрашивание, свидетельствующее о присутствии образца, содержащего пептидные связи.

Не прикасайтесь пипеткой к каплям в ячейках таблицы!

Во время ожидания можете приступать к выполнению других заданий!

Проведя все капельные реакции, и исходя из их результатов и информации четвертого задания, заполните следующую таблицу (в случае отсутствия яда у животного в соответствующих ячейках напишите слово **нет!**).

(0,25 балла за каждую правильно заполненную ячейку)

Вид животного	Переносчик кислорода (Fe ²⁺ / Cu ²⁺ / гемолимфа)	Продукт азотистого обмена (NH ₃ / мочевины/ мочевого)	рН яда/биотоксина (кислый/ нейтральный/ щелочной) или нет	Содержание амидной связи в яде/биотоксине (+ или -) или нет

		КИСЛОТА		
<i>Formica rufa</i>	гемолимфа	мочевая к-та	кислый	-
представитель <i>Myliobatiformes</i>	Fe ²⁺	мочевина	нейтр	+галецин, пероксиредоксин, цистатины
<i>Conus sp.</i>	Cu ²⁺	NH ₃	нейтр	+ (конотоксины)
<i>Crotalus atrox</i>	Fe ²⁺	мочевая к-та	нейтр	+нейротоксины
<i>Hadrurus arizonensis</i>	гемолимфа	мочевая к-та	нейтр	+нейротоксины
<i>Limulus polyphemus</i>	Cu ²⁺	NH ₃	нет	нет
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Fe ²⁺	NH ₃	нет	нет

В (3 балла). Вид, определенный Горджиа соответствует результатам капельных реакций как D-4-IVa-IVb, которые характерны для этого животного (от вида, имеющего схожие характеристики отличается тем, что выделяет мочевую кислоту) Кто укусил исследователя (напишите вид) *Crotalus atrox* (1 балл) и есть ли угроза его жизни в связи с этим? ___ Да (1 балл). Если есть, то что должен предпринять Жан-Батист Омарк для ее спасения ввести антитод – противолетальную сыворотку (ее антигеморрагические или антилетальные компоненты) от животных (мангусты, опоссумы, ежи, сурикаты) устойчивых к этому яду и выработавшие на него антитела в результате предварительного введения яда (1 балл).

Задание 5 (6 баллов)

Ниже на рисунках представлены электронные микрофотографии (ЭМ) и визуализация рентгеноструктурного анализа надмолекулярных комплексов и макромолекул. Соотнесите приведенные фотографии соответствующим им названиям.

1–Рентгенограмма миоглобина	7–Окрашенные гликогеновые
2–Липосома (ЭМ)	гранулы в бактериальной клетке
3–Гликокаликс на поверхности	8–Коллагеновые фибриллы (ЭМ)

эритроцита (ЭМ)	9–Миофибрилла сокращенной
4–Протеогликан (ЭМ затемненного поля)	мышцы (ЭМ)
5–Пируватдегидрогеназный мультиферментный комплекс (криоэлектронный микроснимок)	10–Миофибрилла расслабленной мышцы (ЭМ)
6– Рентгенограмма ДНК	11–АТФ-синтаза на поверхности митохондриальной мембраны (ЭМ)
	12– Крахмальные гранулы

(0.5 балла за каждую верную ячейку)

Ответ:

Рисунок	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Структура	10	8	6	9	5	2	11	1	4	3	7	12