

Задача 1. **10 баллов**

С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке.

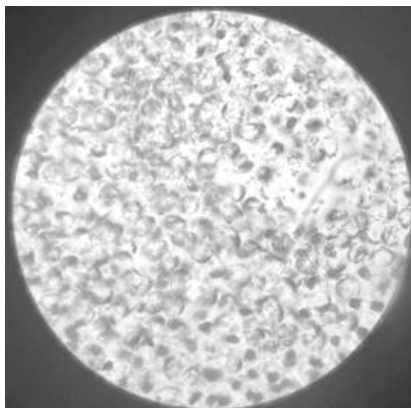


**Класс:** А – однодольные; Б – двудольные.  
**Листорасположение:** В – мутовчатое; Г – супротивное; Д – очередное.  
**Листовые пластинки:** Е – сложные; Ж – простые.  
**Прилистники:** З – есть; И – нет.  
**Цветки:** К – обоеполые; Л – однополые.  
**Завязь:** М – нижняя; Н – верхняя.  
**Гинецей:** О – апокарпный; П – синкарпный; Р – паракарпный.  
**Андроцей:** С – из одного круга тычинок; Т – двухкруговой.  
**Плод:** У – орех; Ф – зерновка; Х – гесперидий; Ц – костянка; Ч – боб; Ш – крылатка.  
**Околоцветник:** Щ – простой; Ъ – двойной; Ы – редуцированный.

**ОТВЕТ: Б, Г, Ж, И, К, Н, П, С, Ш, Ъ – за каждый правильный ответ 1 балл**  
Растение – *Acer platanoides* (Клен платановидный)

Задача 2. **3 балла.**

Если обработать растительную ткань ферментами, которые разрушают компоненты клеточной стенки, можно получить протопласты – клетки без клеточной стенки. Из мезофилла листа каланхоэ выделили протопласты (см. фотографию) и поместили в жидкую питательную среду, содержащую различные макро- и микроэлементы в виде солей, а также сахарозу. Большая часть клеток приняла шарообразную форму, но некоторые были неправильной формы, и объем таких клеток был меньше в сравнении с шарообразными. С чем связаны различия в форме и объеме протопластов?



**А)** В разных клетках мезофилла осмотическое давление цитозоля могло различаться. В связи с этим некоторые протопласты потеряли часть воды, которая вышла по градиенту водного потенциала во внешний раствор.

**Б)** Некоторые клетки мезофилла листа имели вторичную клеточную стенку, из-за этого объем их протопластов мог быть меньше.

**В)** Клетки стали меньше из-за того, что некоторые из них поглотили слишком много сахарозы и в результате этого лопнули.

**Г)** Клетки стали меньше, поскольку в них из раствора заходили сахара и соли, они были вынуждены компенсировать изменение осмотического давления цитоплазмы и начали выкачивать воду наружу.

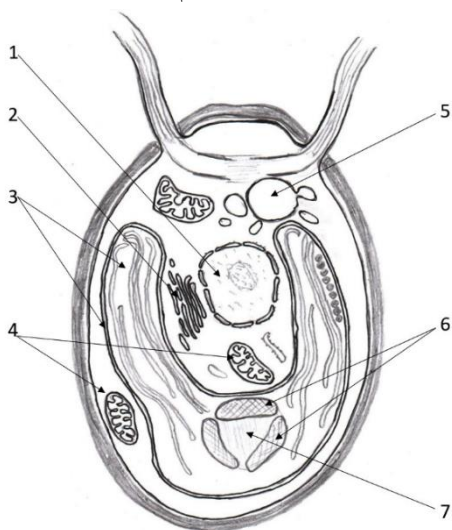
**ОТВЕТ: А – 3 балла**

**Задача 3. 6 баллов.** Установите соответствие между признаками организмов и формой эволюции, в результате которой этот признак сформировался. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца

Признаки организмов	Форма эволюции
А. усики гороха и усики винограда	1 конвергентная 2 дивергентная 3 параллелизм
Б. усики гороха и колючки барбариса	
В. колючки ежевики и колючки барбариса	
Г. колючки робинии и шипы боярышника	
Д. перистые вайи папоротников и листья саговниковых	
Е. желудь и флага	

**ОТВЕТ: А1; Б2; В1; Г1; Д3; Е2 - каждый правильный ответ – 1 балл**

**Задача 4. 7 баллов.** Соотнесите структуру на схеме с соответствующим описанием в таблице.



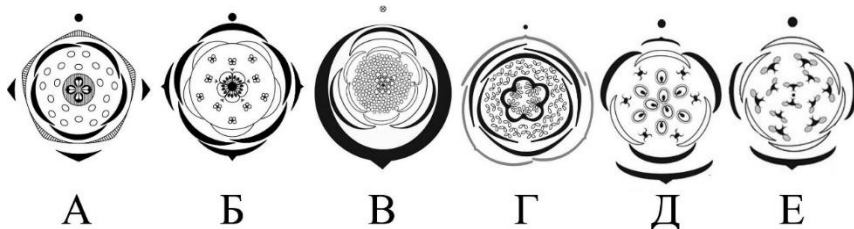
Здесь, при участии магниевых комплексов с тетрапирролами, таких как $C_{55}H_{72}Mg_4NO_5$ , происходит сложный физико-химический процесс, в котором в качестве побочного продукта выделяется кислород	А
Происходит окисление органических соединений и фосфорилирование АДФ	Б
Локализация полимера альфа-глюкозы	В
Осуществляется созревание, сортировка и транспорт белков, секретов	Г
Компактно упакованы несколько очень длинных линейных молекул – полимеров, длина которых на порядки превышает размер клетки	Д
Структура принимает участие в процессе осморегуляции в клетке, периодически выбрасывая воду из клетки.	Е
Локализуется фермент рибулозобисфосфаткарбоксилаза	Ж

**ОТВЕТ: А-3; Б-4; В-6;**

**Г-2; Д-1; Е-5; Ж-7 -**

**каждый правильный ответ – 1 балл**

**Задача 5. 6 баллов.** На рисунке изображены диаграммы цветков различных покрытосеменных растений. Укажите для каждой диаграммы соответствующую ей формулу цветка. Ответ дайте в виде соответствия букв и цифр.



Формулы цветка:

1.  $K_3 C_3 A_6 G_9$

2.  $P_6 A_\infty G_0$

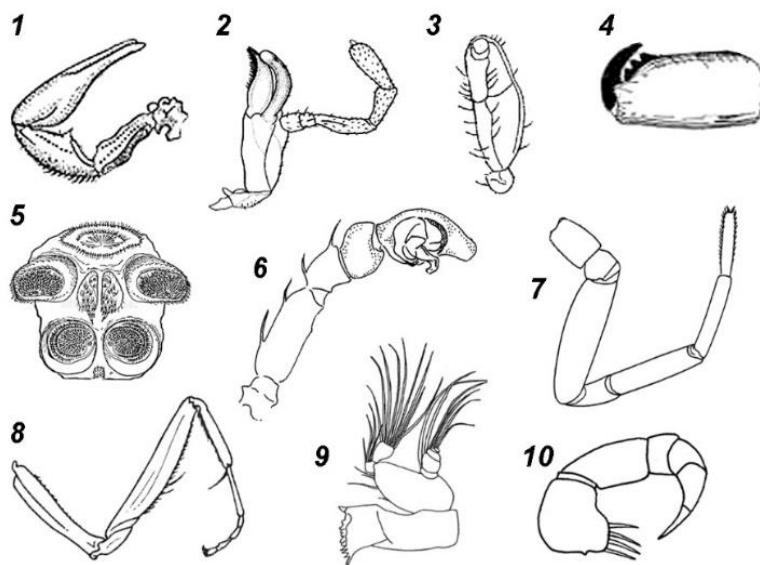
3.  $K_{(5)} C_5 A_{20} G_{(4)}$

4.  $K_3 C_{3+3} A_\infty G_{12}$

5.  $K_3 C_{3+3} A_\infty G_{(5)}$  6.  $K_5 C_{(5)} A_{5+5} G_{(5)}$

**ОТВЕТ: А – 3; Б – 6; В – 4; Г – 5; Д – 1; Е – 2 каждый правильный ответ – 1 балл**

Задача 6. **30 баллов.** На рисунке изображены типичные и видоизменённые



конечности членистоногих. Что это за конечности, и представителям каких систематических групп они могут принадлежать? Ответы запишите в таблицу

**ОТВЕТ: каждый правильный ответ – 1 балл**

Номер на рисунке	Систематическая принадлежность животного		Название конечности
	Класс	Отряд или надотряд	
1	Паукообразные	Скорпионы	Педипальпы / пальпы / ногощупальца
2	Насекомые	(допустимо название любого отряда с типичным грызущим аппаратом)	нижняя челюсть /максилла второй пары; челюсть/максилла – менее точно
3	Паукообразные	Клещи	Педипальпы / пальпы / ногощупальца
4	Паукообразные	Пауки	Хелицеры
5	Паукообразные	Пауки	Паутинные бородавки
6	Паукообразные	Пауки	Педипальпы / пальпы / ногощупальца самца (без указания пола оценивать как неточный ответ)
7	Паукообразные	Пауки	Нога/ходильная нога
8	Насекомые	Богомолковые / Тараканообразные (надотряд)	Передняя нога / хватательная нога; без уточняющего определения (или оно неверно) – неполный ответ
9	Ракообразные	Веслоногие / Копеподы (+ 1 балл)	Мандибула /жвала/ (верхняя) челюсть
10	Многоножки / Губоногие	Допустимо: Губоногие, Сколопендровые и т.п. (+ 1 балл)	Ногочелюсть

**Задача 7. 12 баллов.** Креатинин – это продукт распада креатинфосфата, вещества, играющего важную роль в формировании макроэргических соединений, необходимых для обеспечения мышечного сокращения. Продукция креатинина в организме стабильна и зависит от мышечной массы. Образуясь в мышцах, креатинин выделяется в кровь и свободно выводится почками из организма. Определите величину канальцевой реабсорбции (мл/мин), если концентрация креатинина в плазме крови составляет 0,007 мг/мл, за 1 час наблюдения выделяется 72 мл мочи, и концентрация креатинина в моче составляет 0,7 мг/мл. Приведите ход решения задачи. *При расчетах канальцевой секрецией можно пренебречь.*

**Расчет СКФ + 6 баллов**

Определили, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту + **1 балл**

Определили КР + **5 баллов**

**за арифметические ошибки – минус 1 балл, нет решения – минус 6 баллов**

**Вариант решения №1:** Время наблюдения составляет 1 час:  $t = 1 \text{ час} = 60 \text{ минут}$

Рассчитаем, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту:

$$72 \text{ мл} / 60 \text{ минут} = 1,2 \text{ мл/мин}$$

Определим, сколько креатинина переходит в просвет боуменовской капсулы за 1 минуту:

$$0,7 \text{ мг/мл} \times 1,2 \text{ мл} = 0,84 \text{ мг/мин}$$

Рассчитаем скорость клубочковой фильтрации:

$$\text{СКФ} = 0,84 \text{ мг/мин} / 0,007 \text{ мг/мл} = 120 \text{ мл/мин}$$

Определим величину канальцевой реабсорбции:

$$\text{КР} = \text{СКФ} - V \text{ вторичной мочи, образовавшейся за минуту}$$

$$\text{КР} = 120 \text{ мл/мин} - 1,2 \text{ мл/мин} = 118,8 \text{ мл/мин}$$

**Вариант решения №2:** Время наблюдения составляет 1 час:  $t = 1 \text{ час} = 60 \text{ минут}$

Определим массу креатинина в моче:  $m = C \times V \text{ мочи}$

$$m = 0,7 \text{ мг/мл} \times 72 \text{ мл} = 50,4 \text{ мг}$$

Рассчитаем, сколько крови должно было отфильтроваться для получения такой массы креатинина:  $V \text{ крови} = m / C$

$$V \text{ крови} = 50,4 \text{ мг} / 0,007 \text{ мг/мл} = 7\,200 \text{ мл крови}$$

Рассчитаем, сколько первичной мочи образуется за 1 минуту (мл/мин):  $\text{СКФ} = V \text{ крови} / t$

$$\text{СКФ} = 7\,200 \text{ мл} / 60 \text{ мин} = 120 \text{ мл/мин}$$

Рассчитаем, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту:

$$72 \text{ мл} / 60 \text{ минут} = 1,2 \text{ мл/мин}$$

Определим величину канальцевой реабсорбции:  $\text{КР} = \text{СКФ} - V \text{ вторичной мочи, образовавшейся за минуту}$

$$\text{КР} = 120 \text{ мл/мин} - 1,2 \text{ мл/мин} = 118,8 \text{ мл/мин}$$

**Ответ: 118,8 мл/мин**

**Задача 8. 14 баллов.** В горной котловине в Центральной Азии проживает изолированная малая народность численностью 12400 человек. Люди этой народности имеют чёрные, каштановые или рыжие волосы, причём цвет волос определяется тремя аллелями одного гена. Других цветов волос на этой территории не встречается. Частоты встречаемости аллелей в этой народности: **B** (чёрный) – 0,5; **b** (каштановый) - 0,3; **b<sup>r</sup>** – 0,2 (рыжий). Чёрный цвет волос доминирует над каштановым, а каштановый – над рыжим. Какие комбинации аллелей возможны у людей этой народности и каким фенотипам они будут соответствовать? Между жителями котловины свободно заключаются браки без каких-либо социальных ограничений, однако в браки с окружающими народами они не вступают. Какова частота фенотипов по цвету волос в этой народности? Какова численность жителей с чёрным, каштановым и рыжим цветом волос в этой котловине.

**Решение:** Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

**B B** -чёрный, **B b** – чёрный, **B b<sup>r</sup>** – чёрный, **b b** – каштановый, **b<sup>r</sup> b** – каштановый, **b<sup>r</sup> b<sup>r</sup>** – рыжий.

Поскольку браки случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский\*материнский+материнский\*отцовский, т.е.  $Cc+cC=2Cc$ ). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$\mathbf{B B} = 0,5^2 = 0,25; \mathbf{B b} = 2 * 0,5 * 0,3 = 0,3; \mathbf{B b^r} = 2 * 0,5 * 0,2 = 0,2.$$

$$\text{Все чёрные} = 0,25 + 0,3 + 0,2 = 0,75 \text{ -4 балла}$$

$$\mathbf{b b} = 0,3^2 = 0,09; \mathbf{b^r b} = 2 * 0,3 * 0,2 = 0,12. \text{ Все каштановые} = 0,09 + 0,12 = 0,21. \text{ - 4 балла}$$

$$\mathbf{b^r b^r} = 0,2^2 = 0,04. \text{ - рыжие. - 4 балла}$$

Рассчитываем по этим частотам количество людей с разным цветом волос в популяции:

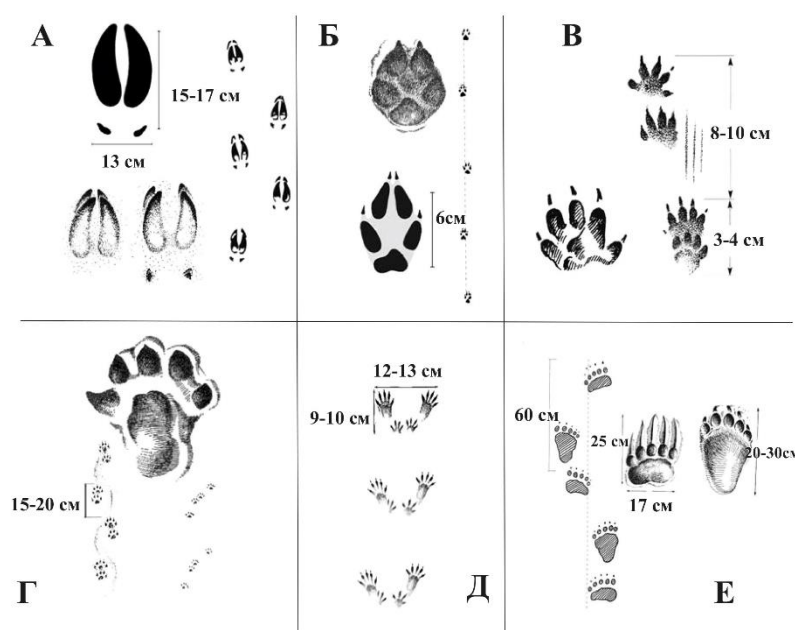
$$\text{Чёрные} = 12400 * 0,75 = 9300; \text{ каштановые} = 12400 * 0,21 = 2604; \text{ рыжие} = 12400 * 0,04 = 496.$$

**- 2 балла**

**ВСЕГО – 14 баллов**

*Если нет решения, но написали закон Харди-Вайнберга – можно поставить 1 балл, за арифметические ошибки – минус 1 балл, нет решения – минус 6 баллов*

**Задача 9. 12 баллов.** На рисунках представлены следы разных животных (А-Е). Определите, к какому отряду относится животное, оставившее следы, а также выберите наиболее полное описание особенностей его питания (1-14). Ответ занесите в таблицу в виде соответствия букв и цифр.



- 1 – Отряд Грызуны. Питается преимущественно семенами и плодами деревьев.
- 2 – Отряд Грызуны. Питается корой, побегами деревьев и травянистыми растениями.
- 3 – Отряд Грызуны. Преимущественно травоядное; питается сочными частями растений.
- 4 – Отряд Зайцеобразные. Питается как травянистыми растениями, так и корой, и ветками деревьев и кустарников.
- 5 – Отряд Парнокопытные.

Смешанный тип питания.

6 – Отряд Парнокопытные. Питается как травянистыми растениями, так и корой, и ветками деревьев и кустарников.

7 - Отряд Насекомоядные. Питается беспозвоночными и мелкими позвоночными животными.

8 - Отряд Хищные. Смешанный тип питания; добывает на поверхности земли или выкапывает мелких позвоночных, крупных беспозвоночных, сочные части травянистых растений и ягоды.

9 – Отряд Хищные. Питается преимущественно рыбой, мелкими позвоночными и крупными беспозвоночными.

10 – Отряд Хищные. Питается часто белками и птицами, крупными беспозвоночными, а также может поедать ягоды.

11 – Отряд Хищные. Хищник; питается преимущественно мелкими и средними по размеру позвоночными животными, которых активно преследует или выслеживает. Также может поедать крупных беспозвоночных и падаль.

12 – Отряд Хищные. Смешанный тип питания; добывает, как мелких и средних по размеру позвоночных, и крупных беспозвоночных, так и рыбу, ягоды, корнеплоды. Может охотиться на крупных копытных, а также есть падаль.

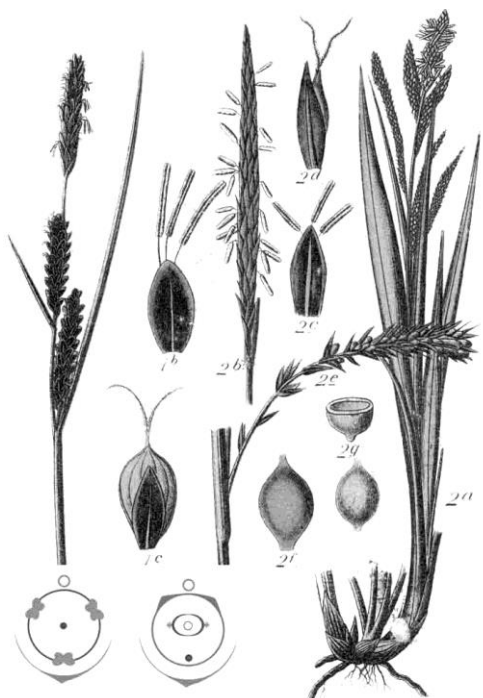
13 – Отряд Хищные. Хищник; питается преимущественно средними по размеру позвоночными, а также копытными млекопитающими.

**По 2 балла за каждый правильный ответ**

Следы	А	Б	В	Г	Д	Е
Отряд и тип питания	6	11	7	9	1	12

*ВСЕГО 100 баллов за все задания*

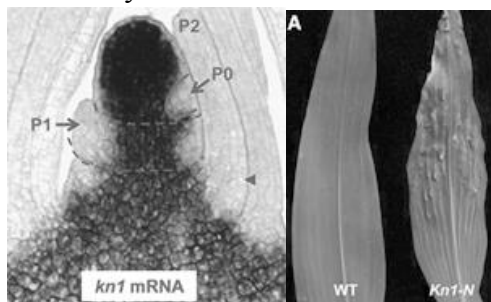
**БЛОК 1. Задача 1. 10 баллов** С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке.



**Класс:** А – однодольные; Б – двудольные.  
**Листорасположение:** В – мутовчатое; Г – супротивное; Д – очередное.  
**Листовые пластинки:** Е – сложные; Ж – простые.  
**Прилистники:** З – есть; И – нет.  
**Цветки:** К – обоеполые; Л – однополые.  
**Завязь:** М – одногнездная; Н – многогнездная.  
**Гинецей:** О – мономерный; П – синкарпный из 3 плодолистиков; Р – полимерный.  
**Андроцей:** С – из одного круга тычинок; Т – двухкруговой.  
**Плод:** У – орешек; Ф – многоорешек; Х – гесперидий; Ц – яблоко; Ч – боб; Ш – крылатка.  
**Околоцветник:** Щ – простой; Ъ – двойной; Ы – редуцированный.

**ОТВЕТ: А, Д, Ж, И, Л, М, О, С, У, Ы.** – за каждый правильный ответ 1 балл  
 Растение – *Carex nigra* (Осока черная)

**Задача 2. 3 балла.** Регуляторный белок *KN1* играет важную роль в развитии растений. Исследования локализации мРНК этого белка в побеговой апикальной меристеме (ПАМ) показали, что экспрессия гена *KN1* в ПАМ распределена неравномерно (см. фото слева, темные участки показывают зоны максимальной концентрации мРНК *KN1*, буквами Р обозначены примордии (зачатки) листьев). Мутант, у которого белок *KN1* синтезируется не только в ПАМ, но и в листьях, демонстрирует нарушения в развитии, в том числе - листовой пластинки (см. фото справа, дикий тип (WT) и мутант кукурузы *kn1*).



По всему листу видно образование узелков – очагов меристематических клеток. Известно, что растительные гормоны играют роль в разметке зон ПАМ и являются важными сигналами о том, надо ли клеткам дифференцироваться и в каком направлении. На основе имеющихся данных предположите, как белок *KN1* будет регулировать синтез гормонов.

- А) Белок KN1 должен стимулировать синтез гиббереллинов и подавлять синтез цитокининов.
- Б) Белок KN1 стимулирует синтез абсцизовой кислоты и подавляет синтез ауксина.
- В) Белок KN1 стимулирует синтез цитокининов и подавляет синтез гиббереллинов.
- Г) Белок KN1 стимулирует синтез этилена и подавляет синтез цитокининов.

**ОТВЕТ: В – 3 балла**

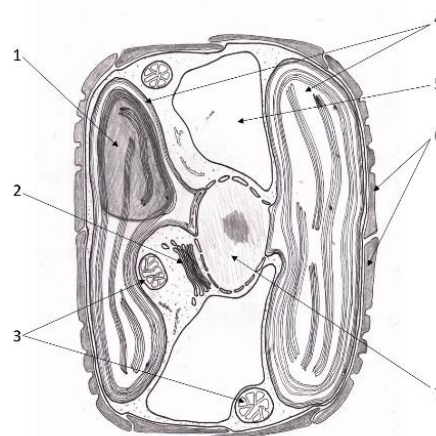
**Задача 3. 6 баллов.** Установите соответствие между признаками организмов и формой эволюции, в результате которой этот признак сформировался. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца

Признаки организмов	Форма эволюции
А. колючки ежевики и колючки барбариса	1 конвергентная 2 дивергентная 3 параллелизм
Б. усики гороха и колючки барбариса	
В. желудь и фрага	
Г. колючки робинии и шипы боярышника	
Д. перистые вайи папоротников и листья саговниковых	
Е. усики гороха и усики винограда	

**ОТВЕТ: А1; Б2; В2; Г1; Д3; Е1** *каждый правильный ответ – 1 балл*

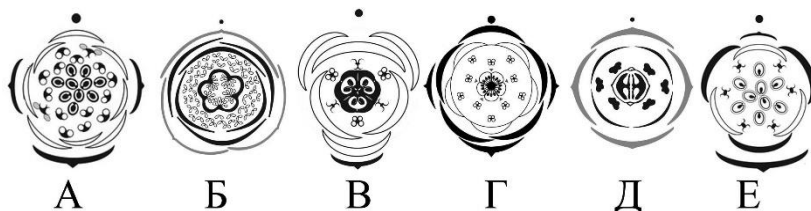
**Задача 4. 7 баллов.** Соотнесите структуры на схеме с соответствующими описаниями в таблице.

Здесь, при участии магниевых комплексов с тетрапирролами, таких как $C_{55}H_{72}Mg_4NO_5$ , происходит сложный физико-химический процесс, в котором в качестве побочного продукта выделяется кислород	А
Происходит окисление органических соединений и фосфорилирование АДФ	Б
Здесь содержится клеточный сок	В
Осуществляется созревание, сортировка и транспорт белков, секретов	Г
Компактно упакованы несколько очень длинных линейных молекул – полимеров, длина которых на порядки превышает размер клетки	Д
Структура, основной компонент которой $SiO_2 \cdot xH_2O$	Е
Локализуется фермент рибулозобисфосфаткарбоксилаза	Ж



**ОТВЕТ: А-4; Б-3; В-5; Г-2; Д-7; Е-6; Ж-1** *каждый правильный ответ – 1 балл*

**Задача 5. 6 баллов** На рисунке изображены диаграммы цветков различных покрытосеменных растений. Укажите для каждой диаграммы соответствующую ей формулу цветка. Ответ дайте в виде соответствия букв и цифр.



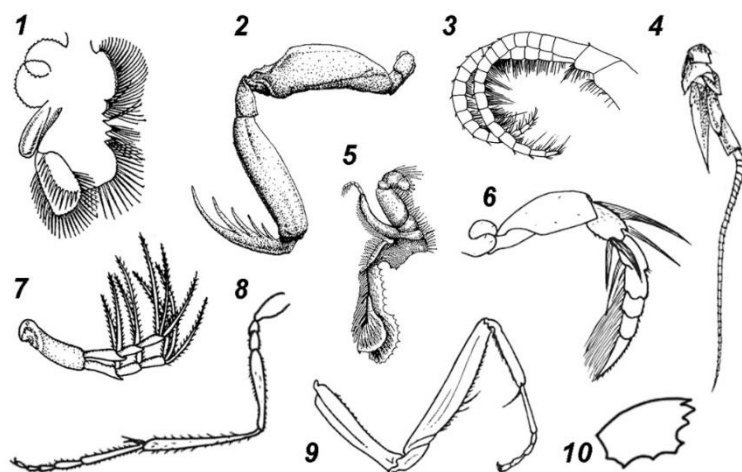
Формулы цветка:

- $P_8 A_\infty G_\infty$
- $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$
- $K_4 C_4 A_{2+4} G_{(2)}$
- $K_3 C_{3+3} A_\infty G_{(5)}$
- $K_3 C_3 A_6 G_9$
- $K_5 C_{(5)} A_{5+5} G_{(5)}$

**ОТВЕТ: А – 1; Б – 4; В – 2; Г – 6; Д – 3; Е – 5** *каждый правильный ответ – 1 балл*



Задача 6. **30 баллов** На рисунке изображены типичные и видоизменённые конечности членистоногих.



Представителям каких систематических групп членистоногих могут принадлежать эти конечности, и какие функции выполняют?

**ОТВЕТ:** *каждый правильный ответ – 1 балл*

Номер на рисунке	Систематическая принадлежность животного		Функции
	Класс	Отряд или надотряд	
1	Ракообразные	Жаброноги(-е); допустимо: Ветвистоусые	Фильтрационное питание/ фильтрация, дыхание/газообмен
2	Ракообразные	Раки-богомолы (Ротоногие, Stomatopoda) (+1 балл)	Хватательная (поимка добычи)
3	Ракообразные	Усоногие (+1 балл); менее точный ответ: морские жёлуди	Фильтрационное питание / фильтрация
4	Ракообразные	Десятиногие	Осязание / чувствительная (менее точная формулировка)
5	Ракообразные	Десятиногие	обработка пищи (удерживание, сортировка измельчение пищи); менее точная формулировка: «является частью ротового аппарата» и аналогичные по смыслу
6	Насекомые	Жесткокрылые/Полужесткокрылые ; Менее точные ответы: жуки, клопы	Плавание; менее точно: передвижение
7	Ракообразные	Ветвистоусые	Плавание, чувствительные
8	Насекомые	(допустимо название любого отряда с типичными бегательными ногами; например Перепончатокрылые)	Передвижение / бегательные
9	Насекомые	Богомолы / Тараканообразные (надотряд)	Поимка добычи / хватательная
10	Насекомые	допустимо название любого отряда с типичным грызущим аппаратом)	откусывание, разгрызание/измельчение твёрдой пищи; - менее точно: «является частью ротового аппарата»

**Задача 7. 12 баллов** Креатинин – это продукт распада креатинфосфата, вещества, играющего важную роль в формировании макроэргических соединений, необходимых для обеспечения мышечного сокращения. Продукция креатинина в организме стабильна и зависит от мышечной массы. Образуясь в мышцах, креатинин выделяется в кровь и свободно выводится почками из организма. Определите величину канальцевой реабсорбции (мл/мин), если концентрация креатинина в плазме крови составляет 5 мкг/мл, за 4 часа наблюдения выделяется 312 мл мочи, и концентрация креатинина в моче составляет 550 мкг/мл. Приведите ход решения задачи. *При расчетах канальцевой секрецией можно пренебречь.*

**Расчет СКФ + 6 баллов**

**Определили, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту + 1 балл**

**Определили КР + 5 баллов**

**за арифметические ошибки – минус 1 балл , нет решения – минус 6 баллов**

**Вариант решения №1:** Время наблюдения составляет 4 часа:  $t = 4 \text{ часа} = 4 \times 60 \text{ минут} = 240 \text{ минут}$

Рассчитаем, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту:

$$312 \text{ мл} / 240 \text{ минут} = 1,3 \text{ мл/мин}$$

Определим, сколько креатинина переходит в просвет боуменовской капсулы за 1 минуту:

$$550 \text{ мкг/мл} \times 1,3 \text{ мл} = 715 \text{ мкг/мин}$$

Рассчитаем скорость клубочковой фильтрации:

$$\text{СКФ} = 715 \text{ мкг/мин} / 5 \text{ мкг/мл} = 143 \text{ мл/мин}$$

Определим величину канальцевой реабсорбции:

$\text{КР} = \text{СКФ} - V \text{ вторичной мочи, образовавшейся за минуту}$

$$\text{КР} = 143 \text{ мл/мин} - 1,3 \text{ мл/мин} = 141,7 \text{ мл/мин}$$

**Вариант решения №2:** Время наблюдения составляет 4 часа:  $t = 4 \text{ часа} = 4 \times 60 \text{ минут} = 240 \text{ минут}$

Определим массу креатинина в моче:  $m = C \times V \text{ мочи} - m = 550 \text{ мкг/мл} \times 312 \text{ мл} = 171\,600 \text{ мкг}$

Рассчитаем, сколько крови должно было отфильтроваться для получения такой массы креатинина:  $V \text{ крови} = m / C$

$$V \text{ крови} = 171\,600 \text{ мкг} / 5 \text{ мкг/мл} = 34\,320 \text{ мл крови}$$

Рассчитаем, сколько первичной мочи образуется за 1 минуту (мл/мин):  $\text{СКФ} = V \text{ крови} / t$

$$\text{СКФ} = 34\,320 \text{ мл} / 240 \text{ мин} = 143 \text{ мл/мин}$$

Рассчитаем, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту:

$$312 \text{ мл} / 240 \text{ минут} = 1,3 \text{ мл/мин}$$

Определим величину канальцевой реабсорбции:

$\text{КР} = \text{СКФ} - V \text{ вторичной мочи, образовавшейся за минуту}$

$$\text{КР} = 143 \text{ мл/мин} - 1,3 \text{ мл/мин} = 141,7 \text{ мл/мин}$$

**Ответ: 141,7 мл/мин**

**Задача 8. 14 баллов.** У одного из видов жуков-усачей цвет надкрылий определяется одним геном, представленным тремя аллелями: **V** (черные надкрылья), **b<sup>r</sup>** (красные надкрылья) и **b<sup>y</sup>** (жёлтые надкрылья). Аллель **V** доминирует над **b<sup>r</sup>**, который в свою очередь доминантен по отношению к **b<sup>y</sup>**. Какие комбинации аллелей возможны у этих жуков и каким фенотипам они будут соответствовать? При исследовании большой популяции этих жуков были обнаружены следующие частоты встречаемости: **V** = 0,3; **b<sup>r</sup>** = 0,4 и **b<sup>y</sup>** = 0,3. Если насекомые будут скрещиваться случайно, чему будет равна частота особей с черными, красными и жёлтыми надкрыльями в следующем поколении? Если популяция состоит из **66500** жуков, сколько будет жуков каждого фенотипа?

**Решение:** Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

**V V** - чёрные, **V b<sup>r</sup>** – чёрные, **V b<sup>y</sup>** – чёрные, **b<sup>r</sup> b<sup>r</sup>** – красные, **b<sup>r</sup> b<sup>y</sup>** – красные, **b<sup>y</sup> b<sup>y</sup>** – жёлтые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский\*материнский+материнский\*отцовский, т.е.  $Cc+cC=2Cc$ ). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$\mathbf{V V} = 0,3^2 = 0,09; \quad \mathbf{V b^r} = 2 * 0,3 * 0,4 = 0,24; \quad \mathbf{V b^y} = 2 * 0,3 * 0,3 = 0,18.$$

$$\mathbf{Все чёрные} = 0,09 + 0,24 + 0,18 = \mathbf{0,51}. \quad \mathbf{4 балла}$$

$$\mathbf{b^r b^r} = 0,4^2 = 0,16; \quad \mathbf{b^r b^y} = 2 * 0,4 * 0,3 = 0,24.$$

$$\mathbf{Все красные} = 0,16 + 0,24 = \mathbf{0,40}. \quad \mathbf{4 балла}$$

$$\mathbf{b^y b^y} = 0,3^2 = \mathbf{0,09}. \quad \mathbf{4 балла}$$

Рассчитываем по этим частотам количество усачей с разным цветом надкрылий в популяции:

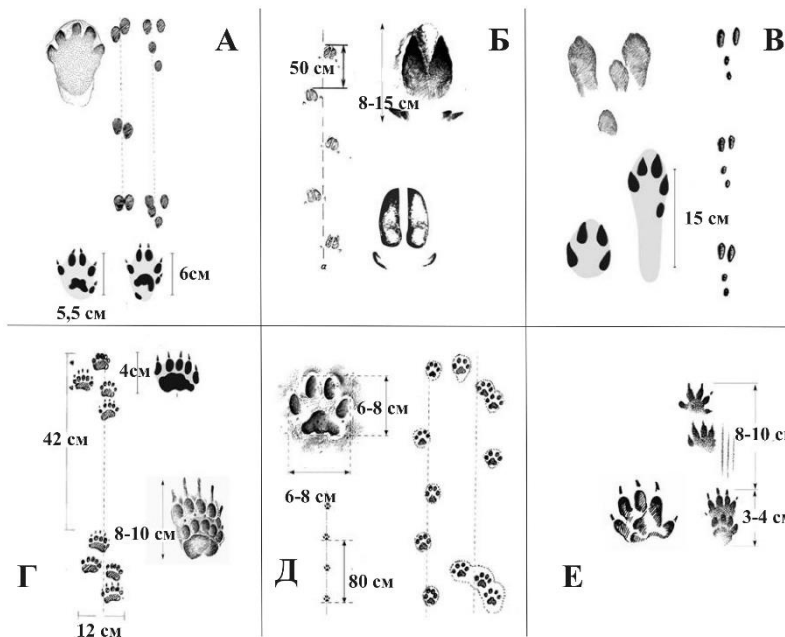
$$\mathbf{Чёрные} = 66500 * 0,51 = 33915; \quad \mathbf{красные} = 66500 * 0,40 = 26600; \quad \mathbf{жёлтые} = 66500 * 0,09 = 5985. -$$

**2 балла**

**ВСЕГО – 14 баллов**

*Если нет решения, но написали закон Харди-Вайнберга – можно поставить 1 балл, за арифметические ошибки – минус 1 балл, нет решения, а только ответ – минус 6 баллов*

**Задача 9. 12 баллов** На рисунках представлены следы разных животных (А-Е).



Определите, к какому отряду относится животное, оставившее следы, а также выберите наиболее полное описание особенностей его питания (1-14). Ответ занесите в таблицу в виде соответствия букв и цифр

- 1 – Отряд Грызуны. Питается преимущественно семенами и плодами деревьев.
- 2 – Отряд Грызуны. Питается корой, побегами деревьев и травянистыми растениями.
- 3 - Отряд Грызуны. Преимущественно травоядное; питается сочными частями растений.
- 4 – Отряд Зайцеобразные. Питается как травянистыми растениями, так и корой, и ветками деревьев и кустарников.
- 5 – Отряд Парнокопытные. Смешанный тип питания.
- 6 – Отряд Парнокопытные. Питается как травянистыми растениями, так и корой, и ветками деревьев и кустарников.
- 7 - Отряд Насекомоядные. Питается беспозвоночными и мелкими позвоночными животными.
- 8 - Отряд Хищные. Смешанный тип питания; добывает на поверхности земли или выкапывает мелких позвоночных, крупных беспозвоночных, сочные части травянистых растений и ягоды.
- 9 – Отряд Хищные. Питается преимущественно рыбой, мелкими позвоночными и крупными беспозвоночными.
- 10 – Отряд Хищные. Питается часто белками и птицами, крупными беспозвоночными, а также может поедать ягоды.
- 11 – Отряд Хищные. Хищник; питается преимущественно мелкими и средними по размеру позвоночными животными, которых активно преследует или выслеживает. Также может поедать крупных беспозвоночных и падаль.
- 12 – Отряд Хищные. Смешанный тип питания; добывает, как мелких и средних по размеру позвоночных и крупных беспозвоночных, так и рыбу, ягоды, корнеплоды. Может охотиться на крупных копытных, а также есть падаль.
- 13 – Отряд Хищные. Хищник; питается преимущественно средними по размеру позвоночными, а также копытными млекопитающими.

**По 2 балла за каждый правильный ответ**

Следы	А	Б	В	Г	Д	Е
Отряд и тип питания	10	5	4	8	13	7

*ВСЕГО 100 баллов за все задания*

«Ломоносов» 2022-2023 (9 класс)

**БЛОК 1. Вариант 6. Задача 1. 10 баллов** С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке.

**Класс:** А – однодольные; Б – двудольные.

**Листорасположение:** В – мутовчатое;

Г – супротивное; Д – очередное.

**Листовые пластинки:** Е – сложные;

Ж – простые.

**Соцветие:** З – ботрическое; И – цимозное.

**Цветки:** К – обоеполые; Л – однополые.

**Завязь:** М – нижняя; Н – верхняя.

**Гинецей:** О – одногнездный;

П – трехгнездный; Р – полимерный.

**Андроцей:** С – из одного круга тычинок; Т – двухкруговой.

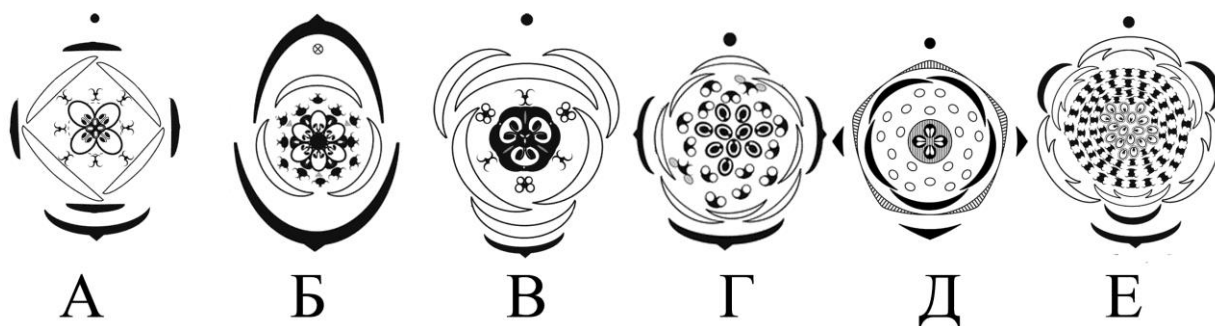
**Плод:** У – орех; Ф – семянка; Х – гесперидий; Ц – костянка; Ч – боб; Ш – крылатка.

**Околоцветник:** Щ – простой; Ъ – двойной; Ы – редуцированный.



**ОТВЕТ: Б, Д, Ж, З, К, М, О, С, Ф, Ъ – за каждый правильный ответ 1 балл**

**Задача 2. 6 баллов** На рисунке изображены диаграммы цветков различных покрытосеменных растений. Укажите для каждой диаграммы соответствующую ей формулу цветка. Ответ дайте в виде соответствия букв и цифр.



Формулы цветка: 1.  $K_{(5)} C_5 A_{20} G_{(4)}$  2.  $K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}$  3.  $P_8 A_{\infty} G_{\infty}$

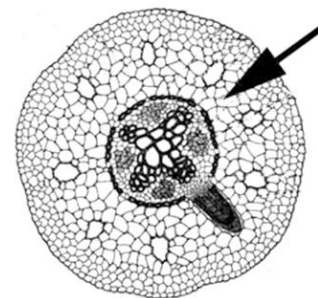
4.  $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$  5.  $P_3 A_{6+6} G_{(6)}$  6.  $K_3 C_{3+3} A_{\infty} G_{\infty}$

**ОТВЕТ: А – 2; Б – 5; В – 4; Г – 3; Д – 1; Е – 6; за каждый правильный ответ 1 балл**

**Задача 3. 3 балла.** Укажите, какая ткань (структура) отмечена стрелкой на рисунке анатомического препарата растения и опишите ее функции.

Название тканей (структур):

- А. Сосуд метаксилемы
- Б. Перидерма
- В. Колленхима
- Г. Паренхима первичной коры
- Д. Флоэма



**ОТВЕТ: Г-паренхима первичной коры; - 1 балл**

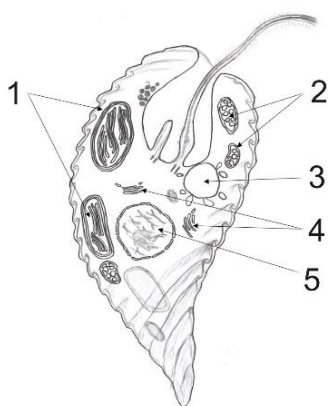
**Функции: участвует в поглощении и проведении веществ, синтезирует различные соединения, откладываются запасные питательные вещества – 2 балла**

**Задача 4. 10 баллов** Народная ботаническая номенклатура существенным образом отличается от научной. Одно из определяющих отличий заключается в отсутствии чёткой видовой принадлежности, что нередко приводит к путанице. Найдите соответствие между научным и народным названием наиболее распространённых домашних растений.

Научное название растения		Народное название растения	
А	Сансевьера	1	Ванька мокрый
Б	Гемантус	2	Щучий хвост
В	Бальзамин	3	Колбасное или золотое дерево
Г	Плектрантус	4	Олений язык
Д	Аукуба	5	Петушья шпора

**ОТВЕТ: А-2; Б -4; В -1; Г – 5; Д – 3 за каждый правильный ответ 2 балла**

**Задача 5. 10 баллов.** Соотнесите структуру на схеме с соответствующим описанием в таблице.



Здесь из углекислого газа и воды синтезируются углеводы	А
Здесь происходит окисление органических соединений и фосфорилирование АДФ	Б
Здесь осуществляется созревание, сортировка и транспорт белков, секретов	В
Здесь компактно упакованы несколько очень длинных линейных молекул – полимеров, длина которых на порядки превышает размер клетки	Г
Эта структура принимает участие в процессе осморегуляции в клетке, периодически выбрасывая воду из клетки.	Д

**ОТВЕТ: А-1; Б-2; В – 4; Г-5; Д-3 за каждый правильный ответ 2 балла**

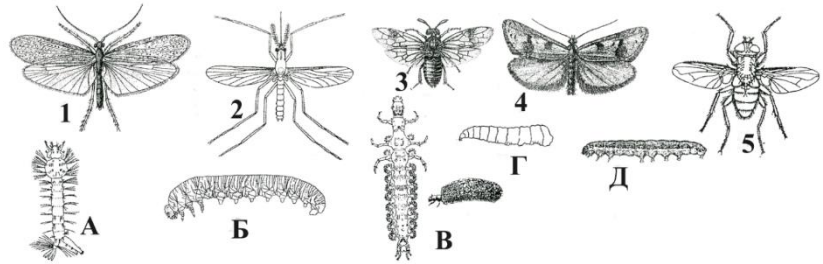
**Задача 6. 10 баллов.** Напишите название насекомых и соотнесите изображение имаго с его личинкой.

**ОТВЕТ:**

**1-В, ручейник;**

**2-А, комар;**

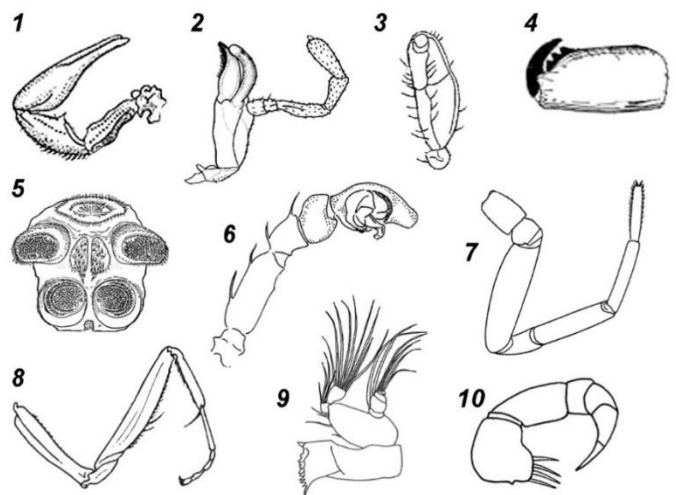
**3-Б, пилильщик; 4-Д, бабочка;**



**5-Г, муха - за каждый правильный ответ 1 балл (правильно соотнесено изображения + правильно название)**

**Задача 7. 20 баллов.**

На рисунке изображены типичные и видоизменённые конечности членистоногих. Что это за конечности, и представителям каких систематических групп они могут принадлежать? Ответы запишите в таблицу



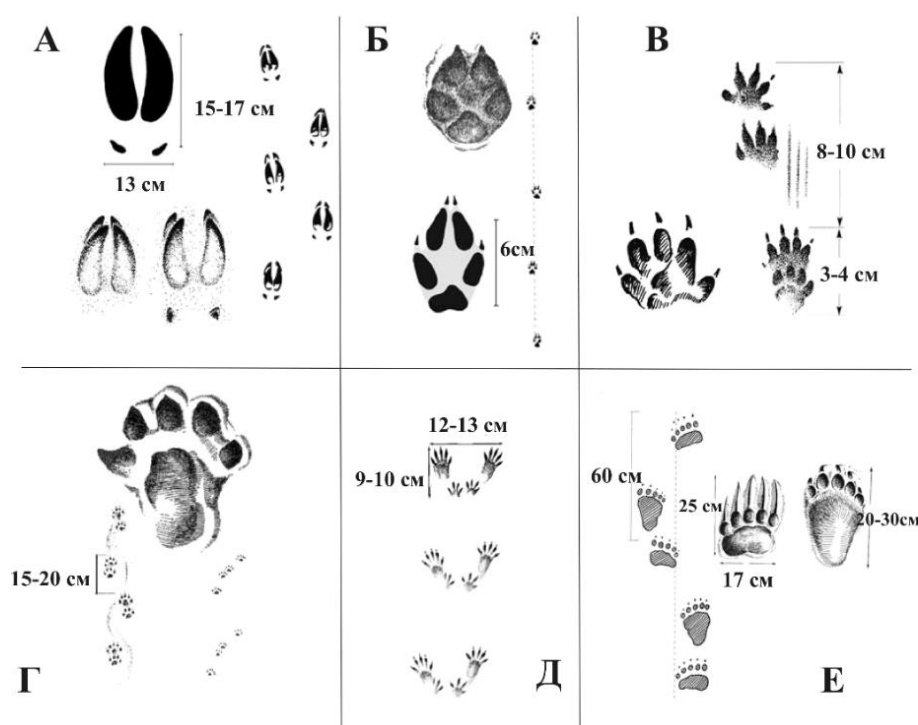
Номер на рисунке	Систематическая принадлежность животного		Название конечности <b>1 балл за каждый правильный</b>
	Класс <b>0.5 балла за каждый правильный</b>	Отряд или надотряд <b>0.5 балла за каждый правильный</b>	
1	Паукообразные	Скорпионы	Педипальпы / пальпы / ногощупальца
2	Насекомые	(допустимо название любого отряда с типичным грызущим аппаратом)	нижняя челюсть / максилла второй пары; челюсть/максилла – менее точно
3	Паукообразные	Клещи	Педипальпы / пальпы / ногощупальца
4	Паукообразные	Пауки	Хелицеры
5	Паукообразные	Пауки	Паутинные бородавки
6	Паукообразные	Пауки	Педипальпы / пальпы / ногощупальца самца (без указания пола оценивать как неточный ответ)

7	Паукообразные	Пауки	Нога/ходильная нога
8	Насекомые	Богомолы / Тараканообразные (надотряд)	Передняя нога / хватательная нога; без уточняющего определения (или оно неверно) – неполный ответ
9	Ракообразные	Веслоногие / Копеподы (+ 1 балл)	Мандибула /жвала/ (верхняя) челюсть
10	Многоножки / Губоногие	Допустимо: Губоногие, Сколопендровые и т.п. (+ 1 балл)	Ногочелюсть

**Задача 8. 12 баллов**

Определите, каким животным из списка (1-14) принадлежат следы, изображённые на рисунках (А-Е). Ответ занесите в таблицу в виде соответствия букв и цифр.

- 1 – Выдра    2 – Лисица
- 3 – Полевая мышь
- 4 – Кабан    5 – Ёж
- 6 – Барсук    7 – Косуля
- 8 – Белка    9 – Лось
- 10 – Заяц    11 – Рысь
- 12 – Куница
- 13 – Медведь
- 14 – Бобр



Следы	А	Б	В	Г	Д	Е
Животное	9	2	5	1	8	13

за каждый правильный ответ 2 балла



**Задача 9. 11 баллов**

1) Какие структуры нервной системы обозначены цифрами 1-5? Ответ дайте в виде соответствия цифр на рисунке и букв из списка терминов:

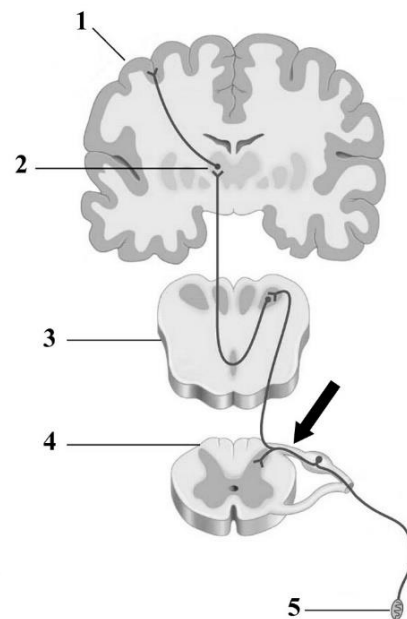
А – симпатический ганглий; Б – исполнительный орган; В – рецептор; Г – мозжечок; Д – спинной мозг; Е – таламус; Ж – средний мозг; З – продолговатый мозг; И – моторная кора; К – слуховая кора; Л – соматосенсорная кора

2) Какие симптомы наблюдаются у пациента при компрессии (сдавливании) структуры, на которую указывает черная стрелка?

М – отсутствие чувствительности выше зоны поражения; Н – снижение чувствительности в зоне иннервации пораженной структуры;

О – снижение слуха; П – паралич мышц в зоне иннервации пораженной структуры; Р – паралич лицевых мышц; С – пациент не понимает обращенную к нему речь.

**ОТВЕТ:** 1) 1 – Л (соматосенсорная кора), 2 – Е (таламус), 3 – З (продолговатый мозг), 4 – Д (спинной мозг), 5 – В (рецептор).



2) Н (снижение чувствительности в зоне иннервации пораженной структуры)

**Задача 10. 8 баллов** Креатинин – это продукт распада креатинфосфата, вещества, играющего важную роль в формировании макроэргических соединений, необходимых для обеспечения мышечного сокращения. Продукция креатинина в организме стабильна и зависит от мышечной массы. Образуюсь в мышцах, креатинин выделяется в кровь и свободно выводится почками из организма. Определите величину канальцевой реабсорбции (мл/мин), если концентрация креатинина в плазме крови составляет 0,007 мг/мл, за 1 час наблюдения выделяется 72 мл мочи, и концентрация креатинина в моче составляет 0,7 мг/мл. Приведите ход решения задачи. *При расчетах канальцевой секрецией можно пренебречь.*

**Максимальная оценка: 8 баллов**

**Расчет СКФ + 4 балла**

**Определили КР +4 балла**

за арифметические ошибки – минус 1 балл

Нет приведен ход решения – минус 6 баллов

**РЕШЕНИЕ. Вариант решения №1:**

Время наблюдения составляет 1 час:  $t = 1 \text{ час} = 60 \text{ минут}$

Рассчитаем, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту:

$$72 \text{ мл} / 60 \text{ минут} = 1,2 \text{ мл/мин}$$

Определим, сколько креатинина переходит в просвет боуменовой капсулы за 1 минуту:

$$0,7 \text{ мг/мл} \times 1,2 \text{ мл} = 0,84 \text{ мг/мин}$$

Рассчитаем скорость клубочковой фильтрации:

$$\text{СКФ} = 0,84 \text{ мг/мин} / 0,007 \text{ мг/мл} = 120 \text{ мл/мин}$$

Определим величину канальцевой реабсорбции:

КР = СКФ – V вторичной мочи, образовавшейся за минуту

$$\text{КР} = 120 \text{ мл/мин} - 1,2 \text{ мл/мин} = 118,8 \text{ мл/мин}$$

### **Вариант решения №2:**

Время наблюдения составляет 1 час:  $t = 1 \text{ час} = 60 \text{ минут}$

Определим массу креатинина в моче:  $m = C \times V \text{ мочи}$

$$m = 0,7 \text{ мг/мл} \times 72 \text{ мл} = 50,4 \text{ мг}$$

Рассчитаем, сколько крови должно было отфильтроваться для получения такой массы креатинина:  $V \text{ крови} = m / C$

$$V \text{ крови} = 50,4 \text{ мг} / 0,007 \text{ мг/мл} = 7\,200 \text{ мл крови}$$

Рассчитаем, сколько первичной мочи образуется за 1 минуту (мл/мин):  $\text{СКФ} = V \text{ крови} / t$

$$\text{СКФ} = 7\,200 \text{ мл} / 60 \text{ мин} = 120 \text{ мл/мин}$$

Рассчитаем, сколько вторичной мочи образуется за 1 минуту:

$$72 \text{ мл} / 60 \text{ минут} = 1,2 \text{ мл/мин}$$

Определим величину канальцевой реабсорбции:

КР = СКФ – V вторичной мочи, образовавшейся за минуту

$$\text{КР} = 120 \text{ мл/мин} - 1,2 \text{ мл/мин} = 118,8 \text{ мл/мин}$$

**Ответ: 118,8 мл/мин**

Задача 1. **10 баллов.** С помощью буквенного шифра дайте описание растения,



представленного на рисунке.

**Подкласс:** А – однодольные;

Б – двудольные.

**Листорасположение:** В – мутовчатое;

Г – супротивное; Д – очередное.

**Листовые пластинки:** Е – сложные;

Ж – простые.

**Прилистники:** З – есть; И – нет.

**Цветки:** К – обоеполые; Л – однополые.

**Завязь:** М – нижняя; Н – верхняя.

**Гинецей:** О – апокарпный;

П – синкарпный; Р – паракарпный.

**Андроцей:** С – из одного круга тычинок; Т – полимерный.

**Плод:** У – ягода; Ф – зерновка;

Х – многоорешек; Ц – многокостянка;

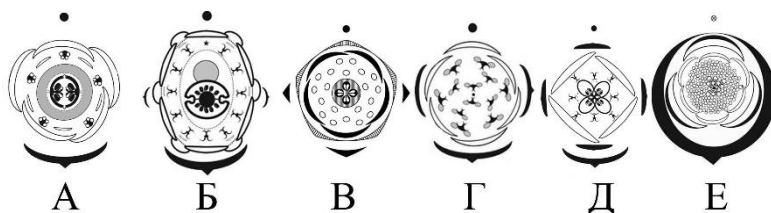
Ч – боб; Ш – тыква.

**Околоцветник:** Щ – простой; Ъ – двойной; Ы – редуцированный.

**ОТВЕТ: :Б, Д, Ж, З, К, Н, О, Т, Х, Ъ.- 1 балл за правильный ответ**

Растение – *Fragaria vesca* (Земляника обыкновенная)

Задача 2. **6 баллов.** На рисунке изображены диаграммы цветков различных покрытосеменных растений. Укажите для каждой диаграммы соответствующую ей формулу цветка. Ответ дайте в виде соответствия букв и цифр.



Формулы цветка:

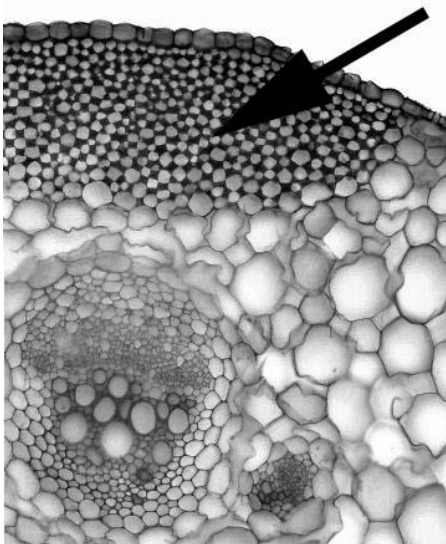
1.  $K_3 C_{3+3} A_\infty G_{12}$

2.  $K_{(5)} C_5 A_{20} G_{(4)}$

3.  $K_6 C_6 A_{12} G_{(2)}$

4.  $K_4 C_4 A_{4+4} G_{(4)}$  5.  $K_5 C_5 A_5 G_{(2)}$  6.  $P_6 A_\infty G_0$

**ОТВЕТ: А – 5; Б – 3; В – 2; Г – 6; Д – 4; Е – 1 - 1 балл за правильный ответ**



**Задача 3. 1 балл.** Укажите, какая ткань (структура) отмечена стрелкой на рисунке анатомического препарата растения.

Название тканей (структур):

- А. Сосуд метаксилемы
- Б. Перидерма
- В. Колленхима
- Г. Паренхима первичной коры
- Д. Флоэма

**Ответ: В-колленхима – 1 балл**

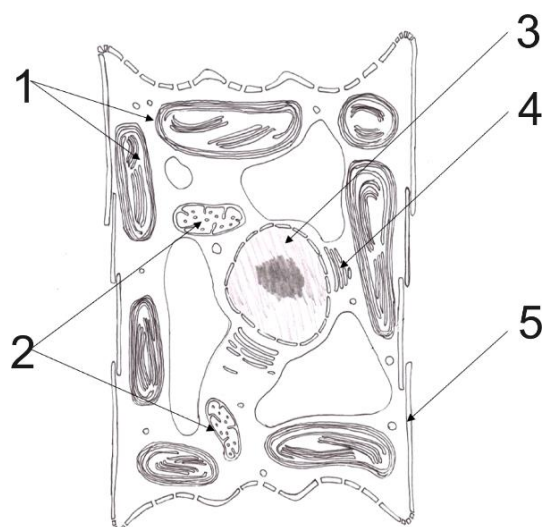
**Задача 4. 10 баллов.** Народная ботаническая номенклатура существенным образом отличается от научной. Одно из определяющих отличий заключается в отсутствии чёткой видовой принадлежности, что нередко приводит к путанице. Найдите соответствие между научным и народным названием наиболее распространённых домашних растений.

Научное название растения		Народное название растения	
А	Плектрантус	1	Ванька мокрый
Б	Бальзамин	2	Дружная семейка
В	Сансевьера	3	Колбасное или золотое дерево
Г	Аукуба	4	Щучий хвост
Д	Аспидистра	5	Петушья шпора

**ОТВЕТ: А-5; Б-1; В-4; Г- 3; Д-2 – за каждый правильный ответ 2 балла**

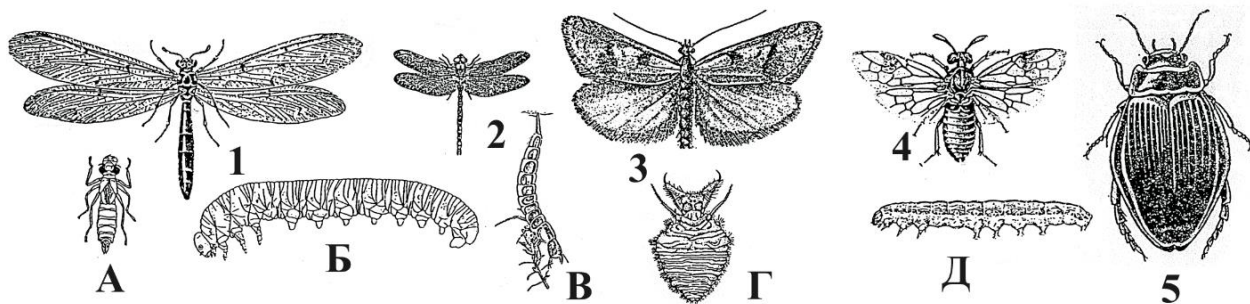
**Задача 5. 10 баллов.** Соотнесите структуры на схеме с соответствующими описаниями в таблице.

Структура, выполняющая барьерную и механическую функцию, основной компонент - кремнезём	А
Здесь происходит окисление органических соединений и фосфорилирование АДФ	Б
Здесь осуществляется созревание, сортировка и транспорт белков, секретов	В
Здесь компактно упакованы несколько очень длинных линейных молекул – полимеров, длина которых на порядки превышает размер клетки	Г
Здесь из углекислого газа и воды синтезируются углеводы	Д



**ОТВЕТ: А -5; Б -2; В -4; Г – 3; Д -1 за каждый правильный ответ 2 балла**

**Задача 6. 10 баллов.** Напишите название насекомых и соотнесите изображение имаго с его личинкой.

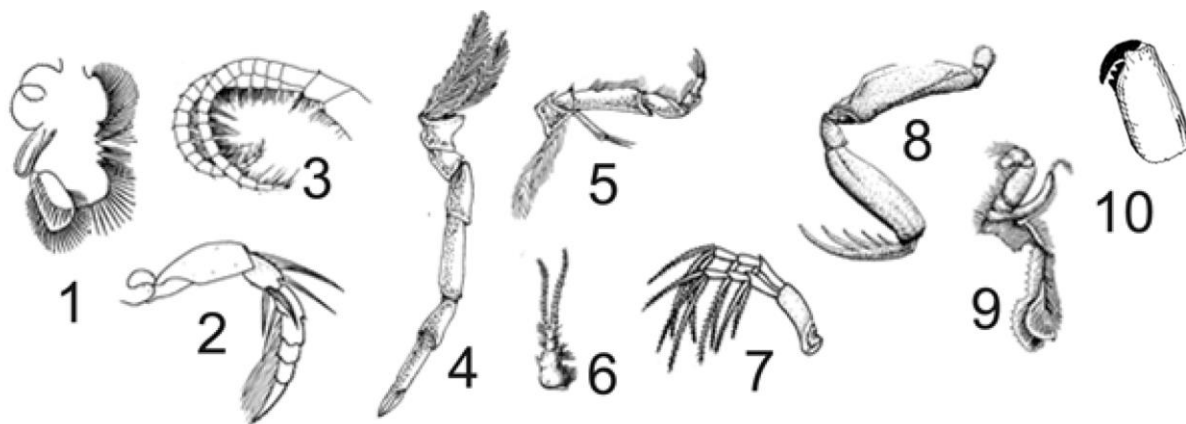


**Ответ:**

**1-Г, муравьиный лев; 2-А, стрекоза; 3-Д, бабочка;**

**4-Б, пилильщик; 5-В, жук- плавунец – правильно соотнесли -1 балл, правильно название -1 балл**

**Задача 7. 26 баллов.** На рисунке изображены типичные и видоизменённые конечности членистоногих. Какие из конечностей (1 – 10) могут принадлежать речному раку, как они называются, и какие функции выполняют?



Номер на рисунке	Принадлежит ли данная конечность речному раку?(впишите «да» или «нет») <b>По 1 баллу (всего 10)</b>	Укажите название конечностей речного рака и их функции (если конечность не принадлежит речному раку, ставьте прочерк)	
		Функции <b>По 2 балла (всего 8)</b>	Название <b>По 2 балла (всего 8)</b>
1	нет	-	-
2	нет	-	-
3	нет	-	-
4	да	передвижение (по дну), дыхание/газообмен	нога/ходильная нога
5	да	обработка пищи (удерживание, сортировка измельчение)	ногочелюсть (третьей пары)

		пищи); менее точная формулировка: «является частью ротового аппарата» и аналогичные по смыслу	
6	да	обоняние, чувство равновесия (в антеннулах находятсястатоцисты); чувствительная (менее точная формулировка)	антеннула/антенна первой пары/усик первой пары; усик (менее точное название)
7	нет	-	-
8	нет	-	-
9	да	обработка пищи (удерживание, сортировка измельчение пищи); менее точная формулировка: «является частью ротового аппарата» и аналогичные по смыслу	ногочелюсть (второй пары)
10	нет	-	-

**Задача 8. 12 баллов.** Определите, каким животным из списка (1-14) принадлежат следы, изображённые на рисунках (А-Е). Ответ занесите в таблицу в виде соответствия букв и цифр.

**А**

**Б**

**В**

**Г**

**Д**

**Е**

1 – Выдра  
2 – Лисица  
3 – Полевая мышь  
4 – Кабан  
5 – Ёж  
6 – Барсук  
7 – Косуля  
8 – Белка  
9 – Лось  
10 – Заяц  
11 – Рысь  
12 – Куница  
13 – Медведь  
14 – Бобр

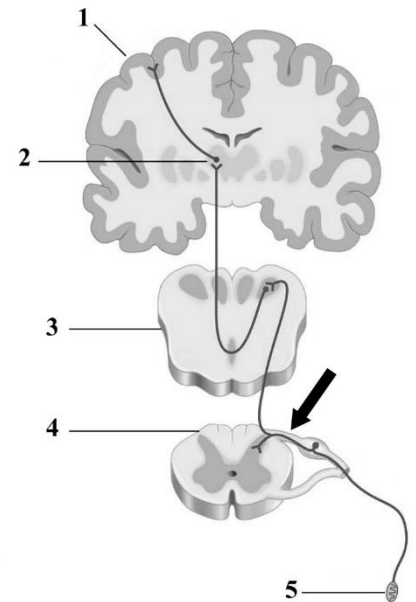
Следы	А	Б	В	Г	Д	Е
Животное	9	2	5	1	8	13

**По 2 балла за правильный ответ**

**Задача 9. 15 баллов**

**1) Какие структуры нервной системы обозначены цифрами 1-5? Ответ дайте в виде соответствия цифр на рисунке и букв из списка терминов:**

- А – симпатический ганглий
- Б – исполнительный орган
- В – рецептор
- Г – мозжечок
- Д – спинной мозг
- Е – таламус
- Ж – средний мозг
- З – продолговатый мозг
- И – моторная кора
- К – слуховая кора
- Л – соматосенсорная кора



**2) Какие симптомы наблюдаются у пациента при компрессии (сдавливании) структуры, на которую указывает черная стрелка?**

- М – отсутствие чувствительности выше зоны поражения;
- Н – снижение чувствительности в зоне иннервации пораженной структуры;
- О – снижение слуха;
- П – паралич мышц в зоне иннервации пораженной структуры;
- Р – паралич лицевых мышц;
- С – пациент не понимает обращенную к нему речь.

**ОТВЕТ:**

**1) 1 – Л (соматосенсорная кора), 2 – Е (таламус), 3 – З (продолговатый мозг), 4 – Д (спинной мозг), 5 – В (рецептор).**

**2) Н (снижение чувствительности в зоне иннервации пораженной структуры).**