

Задание 10-11 класса. Вариант 1

Блок 1 [4]

Задача 1 (4 балла). С помощью буквенного кода дайте описание животного, представленного на рисунке.

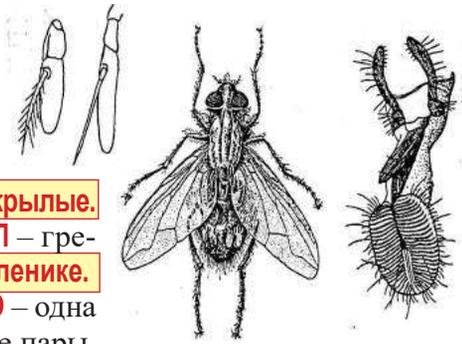
Отряд: А – Перепончатокрылые; Б – Чешуекрылые; В – Ручейники; Г – Стрекозы; Д – Подёнки; Е – Сетчатокрылые; **Ж – Двукрылые.**

Усики: З – нитевидные; И – чётковидные; К – булавовидные; Л – гребенчатые; **М – трёхчлениковые со щетинкой на последнем членике.**

Крылья: Н – две пары, передние и задние почти одинаковые; О – одна пара, только задние; **П – одна пара, только передние;** Р – две пары, передние значительно больше задних.

Ротовой аппарат: С – грызущий; Т – колюще-сосущий; У – сосущий; **Ф – лижущий;** Х – грызуще-сосущий.

Ответ: Ж; М; П; Ф.



Задача 2 (3 балла). В каком случае указан правильный порядок следования участников электрон-транспортной цепи в световой стадии фотосинтеза:

А. Вода – фотосистема I – пластохинон – фотосистема II – цитохром-b/f-комплекс – НАДФН.

Б. Вода – фотосистема I – пластохинон – цитохром-b/f-комплекс – фотосистема II – АТФ.

В. Вода – фотосистема II – пластохинон – фотосистема I – цитохром-b/f-комплекс – НАДФН.

Г. Вода – фотосистема II – пластохинон – цитохром-b/f-комплекс – фотосистема I – АТФ.

Д. Вода – фотосистема II – пластохинон – цитохром-b/f-комплекс – фотосистема I – НАДФ.



Задача 3 (7 баллов). С помощью буквенного шифра дайте описание растения.

Ответ: Б; Ж; Л; Ф; Ц; Э; W.

Семейство: А – Розоцветные; **Б – Ирисовые;** В – Паслёновые; Г – Бобовые; Д – Лилейные; Е – Злаковые.

Цветок: **Ж – актиноморфный;** З – зигоморфный; И – неправильный

Завязь: К – верхняя; **Л – нижняя**

Плод: М – ягода; Н – орешек или многоорешек; О – костянка;

П – зерновка; Р – семянка;

С – стручок;

Т – стручочек;

У – боб;

Ф – коробочка

Околоцветник:

Х – двойной;

Ц – простой;

Ч – редуцированный

Жизненная форма: Ш – фанерофит; В – хамефит;

Э – гемикриптофит; Ю – терофит; Я – криптофит.

Листорасположение: **W – очередное;** S – супротивное.

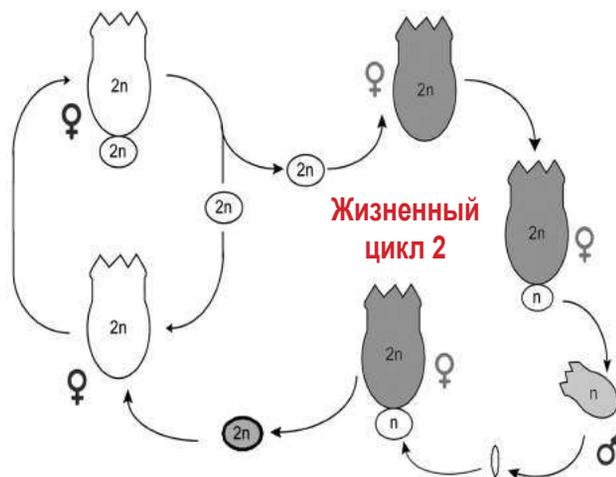
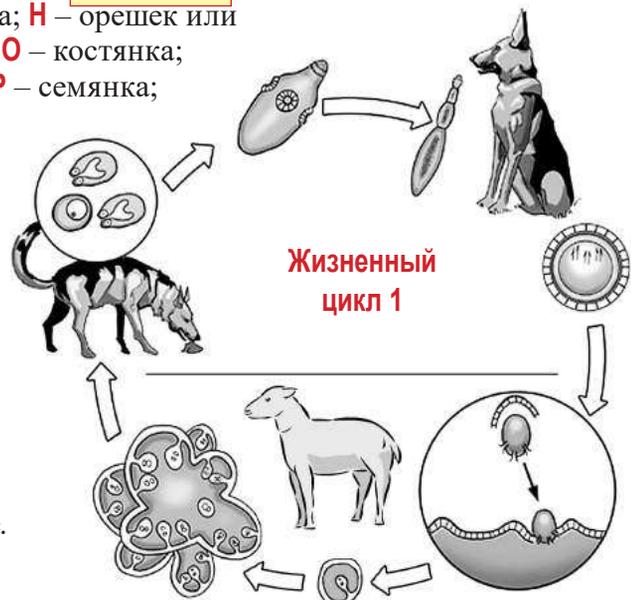
Задача 4 (7 баллов).

На рисунках представлены жизненные циклы двух животных. Для жизненного цикла 1 укажите тип и класс, к которым принадлежит животное. Определите, свойственны ли этим жизненным циклам следующие особенности. А. Бесполое размножение. Б. Половое размножение с оплодотворением. В. Партогенез. Г. Гермафродитные стадии.

Ответ дайте в виде шифра: **F** – 1,2 (характерно для обоих циклов); **G** – 1 (характерно только для цикла 1); **L** – 2 (характерно только для цикла 2); **H** – 0 (не характерно ни для одного из циклов).

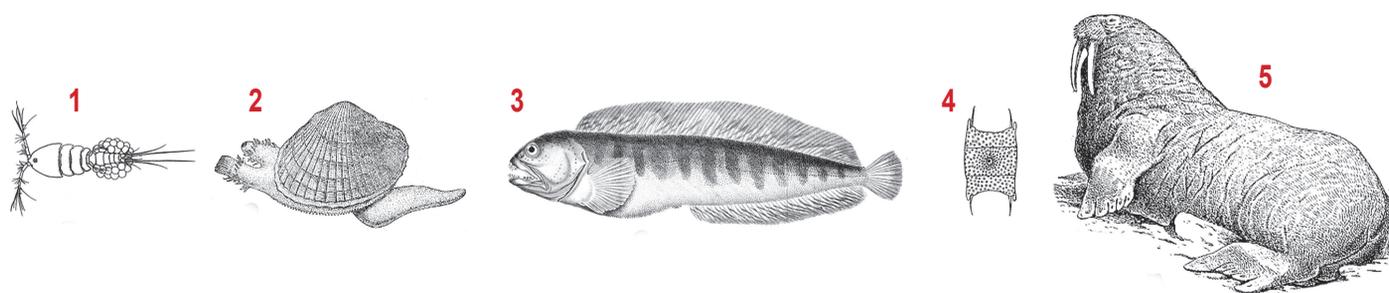
характерно ни для одного из циклов).

Ответ: Жизненный цикл 1: Тип – Плоские черви; Класс – Ленточные черви. А – 2; Б – 1,2; В – 1; Г – 2.



Блок 2 [3]

Задача 5 (10 баллов).



На рисунке ▲ представлены животные различных пищевых сетей и сообществ. Выберите все возможные варианты:

А. Продуцентов, консументов I, II, III и IV порядков, а также редуцентов;

Б. Животных фильтраторов, детритофагов, паразитов и автотрофов.

Ответ дайте в форме: **Продуценты – №, №;** и т.д.

Ответ:

А.

Продуценты	Консументы I порядка	Консументы II порядка	Консументы III порядка	Консументы IV порядка	Редуценты
4	1 и 2	3 и 5	нет	нет	нет

Продуценты – №4; Консументы I порядка – №1, №2; Консументы II порядка – №3, №5.

Б.

Фильтраторы	Детритофаги	Паразиты	Автотрофы
1 и 2	2	нет	4

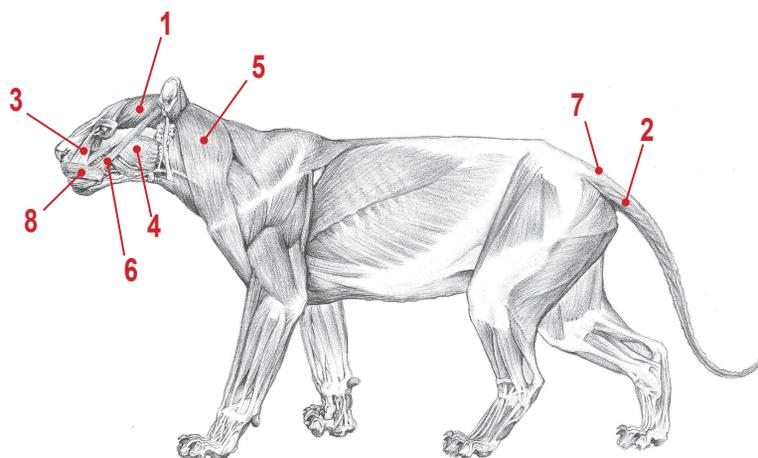
Фильтраторы – №1, №2; Детритофаги – №3, №5; Автотрофы – №4.

Задача 6 (8 баллов).

На рисунке ► представлена мускулатура тела самца тигра в спокойном состоянии. При встрече двух животных тигры проявляют агрессию: показывают зубы и начинают бить хвостом из стороны в сторону.

А. Укажите номера мышц, которые должны сократиться при этом движении.

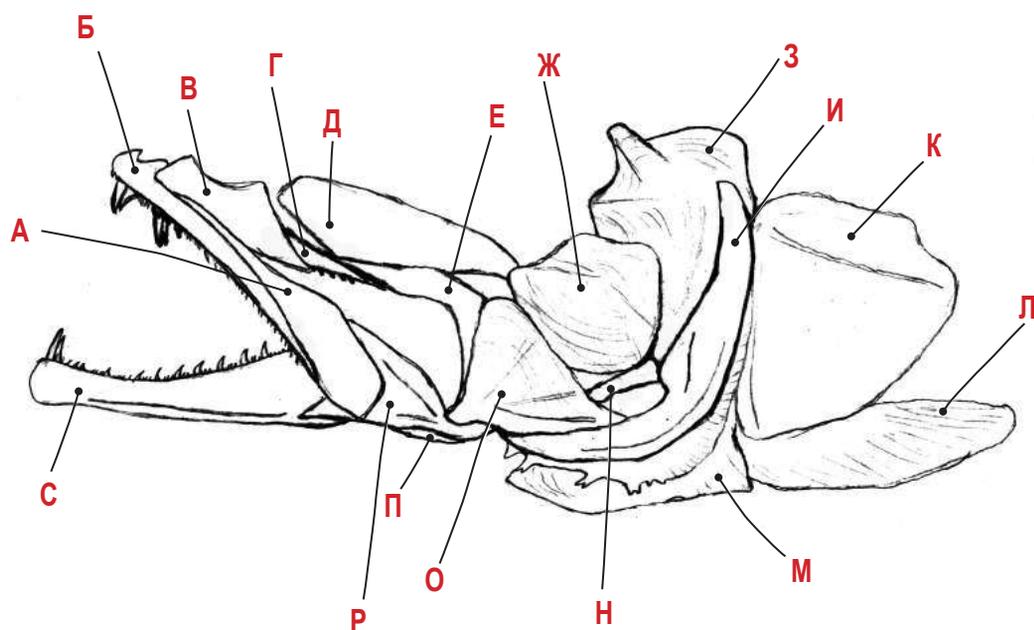
Б. Перечислите номера мышц, которые при этом могут остаться расслабленными.



Ответ:

А. Должны сократиться мышцы с номерами **2, 3, 6.**

Б. Могут остаться расслабленными мышцы с номерами: **1, 4, 5, 7, 8.**



Задача 7
(8 баллов)

Перед вами –
◀ рисунок висцеральной части черепа судака.

А. Расшифруйте некоторые буквенные обозначения костей черепа, сопоставив им номера, обозначающие названия костей. Необходимо указать названия костей **Б, З, И, К, О, Р** и **С**.

Б. Дополнительно укажите одну букву для той кости, которая позднее в эволюции станет дополнительной слуховой косточкой – молоточком – у млекопитающих.

Названия костей:

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1 – зубная | 9 – предкрышечная |
| 2 – квадратная | 10 – крышечная |
| 3 – межкрышечная | 11 – внутренняя крыловидная |
| 4 – предчелюстная | 12 – подвесок |
| 5 – слёзная | 13 – наружная крыловидная |
| 6 – симплектикум | 14 – задняя крыловидная |
| 7 – угловая | 15 – нёбная |
| 8 – подкрышечная | 16 – верхнечелюстная |
| | 17 – сочленовная |

Ответ:

А: **Б** – 4 (предчелюстная) **К** – 10 (крышечная) **С** – 1 (зубная)
З – 12 (подвесок) **О** – 2 (квадратная)
И – 9 (предкрышечная) **Р** – 17 (сочленовная)

Б: Станет позднее молоточком у млекопитающих: **Р** – 17 (сочленовная)

Блок 3 [5]

Задача 8 (23 балла)

В семенах фасоли (*Phaseolus vulgaris*) накапливается много белков. Далее они гидролизуются до аминокислот, а при необходимости часть аминокислот преобразуется в транспортные сахара. Процесс образования углеводов из глутаминовой кислоты (глутамата) частично показан на рисунке (см. следующую страницу).

Предположим, что исходный водный потенциал запасных тканей составлял $-0,5028$ МПа. После накопления порции глутамата он стал равен $-1,5$ МПа.

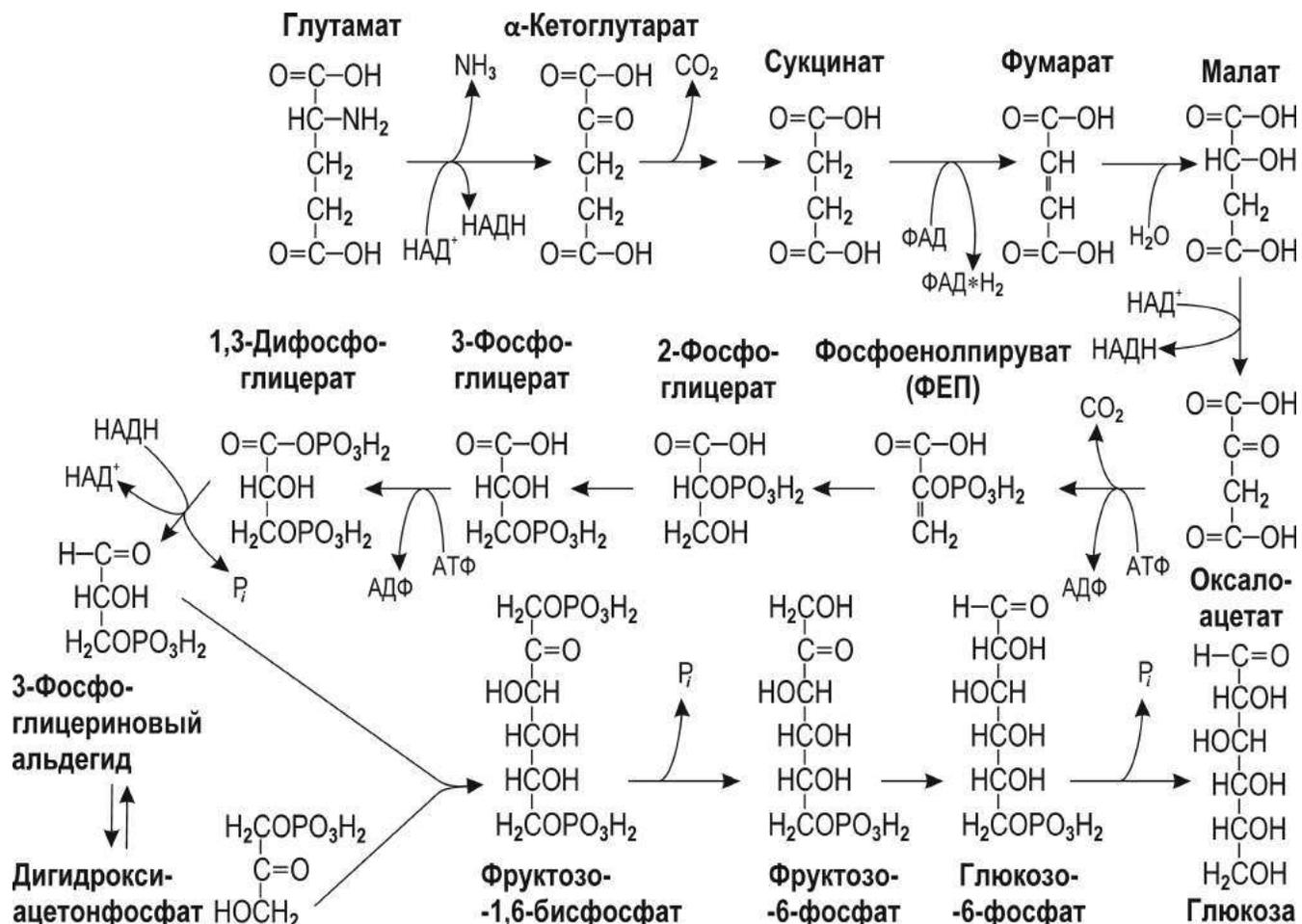
А. На сколько изменилась концентрация глутамата? Ответ дайте в моль/л и в г/л.

Б. Каким станет водный потенциал после полного превращения этого глутамата в сахарозу?

В. На сколько больше стала концентрация сахарозы? Ответ дайте в моль/л и в г/л.

Для упрощения расчетов примите, что концентрации АТФ, АДФ, фосфата, НАД⁺ и НАДН в клетках поддерживаются примерно на постоянном уровне, глутамат не диссоциирует, а все реакции идут при $t^{\circ} = +27^{\circ}\text{C}$.

Справочные данные: Атомарные массы: С – 12; Н – 1; О – 16; N – 14. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/[моль×К]. Осмотическое давление $\pi = -iCRT$. Число Авогадро $N_A = 6,02 \times 10^{23}$.



Решение:

А. Потенциал уменьшился на $1,5 - 0,5028 = 0,9972$ МПа. Используя формулу $\pi = -iCRT$, выразим концентрацию C через единицы давления:

$$C = -\pi / iRT = -(-0,9972 \text{ МПа} / 8,31 \text{ Дж} / [\text{моль} \times \text{К}] \times 300 \text{ К}) = 0,9972 \text{ МПа} / 2493 \text{ Дж} / \text{моль} = 997200 \text{ Н} / \text{м}^2 : 2493 \text{ Н} \times \text{м} / \text{моль} = 400 \text{ моль} / \text{м}^3 = 0,4 \text{ моль} / \text{л}$$

Формула глутамата $C_5H_9O_4N$. $MW_{\text{глутамата}} = 147$ г/моль. Переводя концентрацию глутамата в г/л, получим:

$$C = 0,4 \text{ моль} / \text{л} \times 147 \text{ г} / \text{моль} = 58,8 \text{ г} / \text{л}$$

В. Сахароза состоит из остатков молекул глюкозы и фруктозы. Для синтеза 1 молекулы глюкозы (или фруктозы) требуется 1 молекула фосфоглицеринового альдегида и 1 молекула его изомера – дигидроксиацетонфосфата. Соответственно, необходимо 2 молекулы ФЕП, каждая из которых образуется из 1 молекулы малата. Из каждой молекулы глутаминовой кислоты (глутамата) получится 1 молекула яблочной кислоты (малата).

Таким образом, из 4 молекул глутаминовой кислоты (глутамата) может синтезироваться 1 молекула сахарозы. Молярная концентрация сахарозы должна быть в 4 раза меньше, чем молярная концентрация глутамата, что составит 0,1 моль/л.

Формула сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$. $MW_{\text{сахарозы}} = 342$ г/моль. Переводя концентрацию сахарозы в г/л, получим:

$$C = 0,1 \text{ моль} / \text{л} \times 342 \text{ г} / \text{моль} = 34,2 \text{ г} / \text{л}$$

Б. Осмотическое давление должно стать:

$$\pi = -CRT = -0,1 \text{ моль} / \text{л} \times 8,31 \text{ Дж} / [\text{моль} \times \text{К}] \times 300 \text{ К} = -249,3 \text{ Дж} / \text{л} = -249,3 \text{ Н} \times \text{м} / 0,001 \text{ м}^3 = -0,2493 \text{ МПа}$$

Эту величину нужно сложить с исходным водным потенциалом $-0,5028$ МПа:

$$-0,5028 - 0,2493 = -0,7521 \text{ МПа}$$

Ответы:

А: 0,4 моль/л или 58,8 г/л глутамата.

Б: -0,7521 МПа.

В: 0,1 моль/л или 34,2 г/л сахарозы.

Задача 9 (14 баллов)

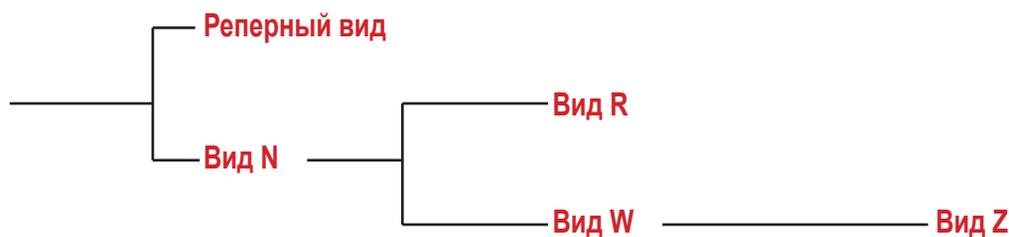
Для определения родственных отношений между четырьмя видами комаров-звонцов (род *Chironomus*) была определена последовательность нуклеотидов ДНК участка гена цитохрома *c* из этих видов. Для сравнения взяли последовательность того же участка у малярийного комара *Anopheles maculipennis* (реперный вид). Результаты приведены ниже:

	10	20	30	40
<i>Anopheles maculipennis</i>	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГА ЦТААЦГАТГА			
<i>Chironomus</i> , вид А	ЦТАТГЦТГЦА ГАТЦГГЦГЦТ ААТЦГАЦАГГ ЦТТАЦТААГА			
<i>Chironomus</i> , вид Б	ЦТАТГЦТАЦА ГАТЦЦГЦГАТ ААТАГАЦАГГ ЦТТАЦТААГА			
<i>Chironomus</i> , вид В	ЦТАТГЦТГЦА ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГГ ЦТТАЦТААГА			
<i>Chironomus</i> , вид Г	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГГ ЦТТАЦТААГА			

Проанализируйте приведённые данные, считая, что чем ближе виды, тем меньше различия последовательностей. Проведите рассуждение по образцу (имеются в виду участки ДНК соответствующих генов):

- 1). Наиболее близок к реперному виду вид **N**. У него произошли замены: 48 нуклеотид **Г → Т**, 53 нуклеотид **Т → Ц** и 68 нуклеотид **А → Ц**.
- 2). От вида **N** произошёл вид **R** путем замен: 45 нуклеотид **Т → А** и 51 нуклеотид **А → Г**.
- 3). От вида **N** независимо произошёл вид **W** путем замены: 47 нуклеотид **Ц → А**.
- 4). От вида **W** произошёл вид **Z** путем замены: 63 нуклеотид **Т → Ц**.

Результаты приведите в графическом виде условного «филогенетического дерева», например:



Решение.

Сравним попарно последовательности всех видов комаров с реперным видом: Не совпадающие нуклеотиды подчеркнём:

	10	20	30	40
<i>Anopheles maculipennis</i>	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГА ЦТААЦГАТГА			
<i>Chironomus</i> , вид А	ЦТАТГЦТГЦ <u>А</u> ГАТЦ <u>Г</u> ГЦГЦТ ААТ <u>Ц</u> ГАЦАГ <u>Г</u> ЦТ <u>Т</u> АЦ <u>Т</u> А <u>А</u> Г <u>А</u>			

Замены в позициях 10 (Т → А), 15 (Ц → Г), 24 (А → Ц), 30 (А → Г), 33 (А → Т), 36 (Г → Т), 38 (Т → А).

	10	20	30	40
<i>Anopheles maculipennis</i>	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГА ЦТААЦГАТГА			
<i>Chironomus</i> , вид Б	ЦТАТГЦТ <u>А</u> Ц <u>А</u> ГАТЦЦГЦГ <u>А</u> Т ААТАГАЦАГ <u>Г</u> ЦТ <u>Т</u> АЦ <u>Т</u> А <u>А</u> Г <u>А</u>			

Замены в позициях 8 (Г → А), 10 (Т → А), 19 (Ц → А), 30 (А → Г), 33 (А → Т), 36 (Г → Т), 38 (Т → А).

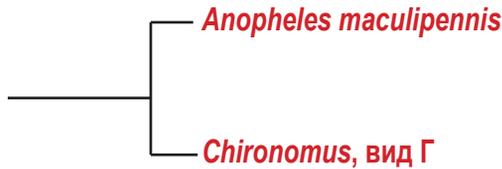
	10	20	30	40
<i>Anopheles maculipennis</i>	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГА ЦТААЦГАТГА			
<i>Chironomus</i> , вид В	ЦТАТГЦТГЦ <u>А</u> ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГ <u>Г</u> ЦТ <u>Т</u> АЦ <u>Т</u> А <u>А</u> Г <u>А</u>			

Замены в позициях 10 (Т → А), 30 (А → Г), 33 (А → Т), 36 (Г → Т), 38 (Т → А).

	10	20	30	40
<i>Anopheles maculipennis</i>	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГА ЦТААЦГАТГА			
<i>Chironomus</i> , вид Г	ЦТАТГЦТГЦТ ГАТЦЦГЦГЦТ ААТАГАЦАГ <u>Г</u> ЦТ <u>Т</u> АЦ <u>Т</u> А <u>А</u> Г <u>А</u>			

Замены в позициях 30 (А → Г), 33 (А → Т), 36 (Г → Т), 38 (Т → А).

Наименьшее число замен у вида **Г**, следовательно, он ближе других к реперному виду.



Такие же замены есть и у всех других видов, т.е. они появились на уровне расхождения семейств.

Сравним попарно последовательность вида **Г** с последовательностями других видов комаров. Получим:

	10	20	30	40
Chironomus, вид Г	ЦТАТГЦТГЦТ	ГАТЦЦГЦГЦТ	ААТАГАЦАГГ	ЦТТАЦТААГА
Chironomus, вид А	ЦТАТГЦТГЦА	ГАТЦГГЦГЦТ	ААТЦГАЦАГГ	ЦТТАЦТААГА

Замены в позициях 10 (Т → А), 15 (Ц → Г), 24 (А → Ц).

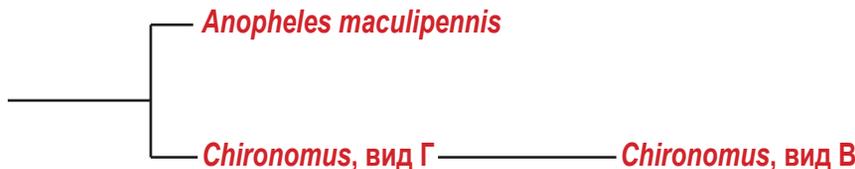
	10	20	30	40
Chironomus, вид Г	ЦТАТГЦТГЦТ	ГАТЦЦГЦГЦТ	ААТАГАЦАГГ	ЦТТАЦТААГА
Chironomus, вид Б	ЦТАТГЦТАЦА	ГАТЦЦГЦГАТ	ААТАГАЦАГГ	ЦТТАЦТААГА

Замены в позициях 8 (Г → А), 10 (Т → А), 19 (Ц → А).

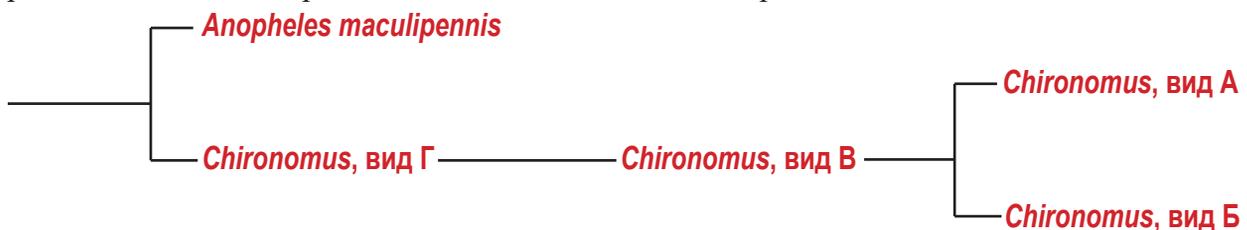
	10	20	30	40
Chironomus, вид Г	ЦТАТГЦТГЦТ	ГАТЦЦГЦГЦТ	ААТАГАЦАГГ	ЦТТАЦТААГА
Chironomus, вид В	ЦТАТГЦТГЦА	ГАТЦЦГЦГЦТ	ААТАГАЦАГГ	ЦТТАЦТААГА

Замена в позиции 10 (Т → А).

Виды **Г** и **В** отличает только одна замена, значит они наиболее близки:



Виды **А** и **Б** имеют замену 10 нуклеотида, обнаруженную у вида **В**, следовательно, они произошли от этого вида или близкого к нему предка. Так как каждый из них имеет по две разные замены, они представляют независимые ветви, разошедшиеся от вида **В**:



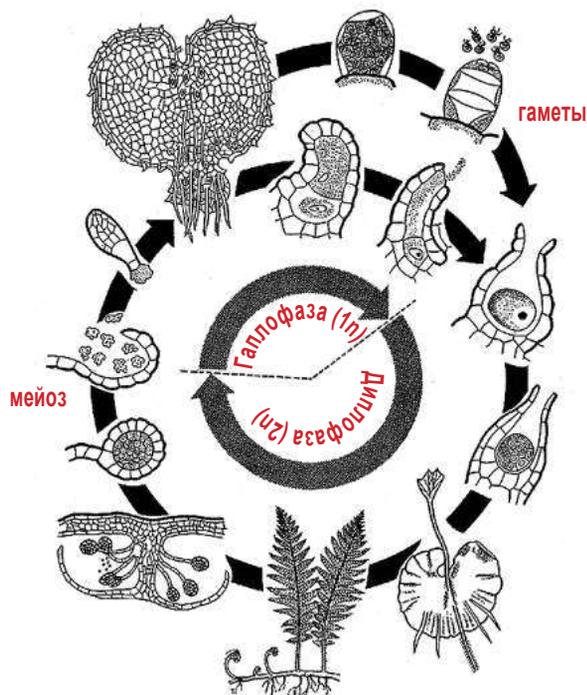
Ответ:

- 1). Наиболее близок к реперному виду *Anopheles maculipennis* вид **Г**. У него произошли замены: 30 нуклеотид **А** → **Г**, 33 нуклеотид **А** → **Т**, 36 нуклеотид **Г** → **Т**, 38 нуклеотид **Т** → **А**.
- 2). От *Chironomus* вида **Г** произошёл *Chironomus* вида **В** путем замены: 10 нуклеотид **Т** → **А**.
- 3). От *Chironomus* вида **В** независимо произошел *Chironomus* вида **А** путем замен: 15 нуклеотид **Ц** → **Г**, 24 нуклеотид **А** → **Ц**.
- 4). От *Chironomus* вида **В** независимо произошел *Chironomus* вида **Б** путем замен: 8 нуклеотид **Г** → **А**, 19 нуклеотид **Ц** → **А**.

Задача 10 (16 баллов)

У некоторых папоротников есть система, которая предотвращает слияние гамет с близким генотипом. Допустим, что за это отвечает генетический локус S , у которого есть множество аллелей: S_1, S_2, S_3 и т.д. Если яйцеклетка несёт аллель S_n , то она не может сливаться со сперматозоидом с генотипом S_n , но может сливаться с любым другим сперматозоидом, у которого аллель S с другим номером.

У некоторого равноспорового папоротника, жизненный цикл которого представлен на рисунке, локус S настолько тесно сцеплен с генами G и A , что рекомбинацией между ними можно пренебречь.



Ген G отвечает за форму листьев (вай). У носителей доминантной мутации G вайи с цельной листовой пластинкой (нерассеченные), тогда как у гомозигот gg вайи перистые. Ген A отвечает за прочность черешков (рахисов) вай. У гомозигот aa рахисы слабые, поникающие, а у носителей доминантного аллеля A – прямые.

У одного из спорофитов на хромосомах гены расположены в следующем порядке: $g-S_1-A$ и $g-S_2-a$. У второго спорофита гены расположены следующим образом: $g-S_1-a$ и $G-S_3-a$.

А. Укажите фенотипы этих растений.

Б. Вы смешали в равной пропорции споры обоих спорофитов и проростили в благоприятных условиях, а затем дождалась образования новых спорофитов. В каком соотношении по генотипам образуются новые спорофиты?

В. Каким будет расщепление по фенотипам среди новых спорофитов в этом эксперименте? Своё мнение обоснуйте.

Решение

А. Растение $g-S_1-A$ и $g-S_2-a$ гомозиготны по мутантному аллелю g , соответственно вайи перистые.

По гену A растение гетерозиготно. Аллель A доминирует над аллелем a . Соответственно, рахисы вай прочные, прямые.

Второе растение с генотипом $g-S_1-a$ и $G-S_3-a$ гомозиготно по аллелю a , т.е. рахисы вай слабые, поникающие. Имеется доминантный аллель G , а это означает, что вайи будут с цельной листовой пластинкой.

Б. Первый спорофит даст в равной пропорции споры с генотипами $g-S_1-A$ и $g-S_2-a$. Второй спорофит – половину спор с генотипом $g-S_1-a$ и половину спор с генотипом $G-S_3-a$. Поскольку споры смешали в равных пропорциях, то каждый из генотипов составит 25% от всей популяции спор.

Из спор вырастут обоеполые гаметофиты (это следует из условия: сказано, что папоротник – равноспоровый). Таким образом, в популяции как мужских, так и женских гамет в равной пропорции будут присутствовать генотипы $g-S_1-A$, $g-S_2-a$, $g-S_1-a$ и $G-S_3-a$.

Составим решетку Пеннета, отражающую встречу гамет с разными генотипами. Отметим цветом встречу гамет с одинаковыми аллелями гена S , при которых оплодотворение не происходит.

♀ \ ♂	$g-S_1-A$	$g-S_2-a$	$g-S_1-a$	$G-S_3-a$
$g-S_1-A$		$gg S_1 S_2 Aa$		$Gg S_1 S_3 Aa$
$g-S_2-a$	$gg S_1 S_2 Aa$		$gg S_1 S_2 aa$	$Gg S_2 S_3 aa$
$g-S_1-a$		$gg S_1 S_2 aa$		$Gg S_1 S_3 aa$
$G-S_3-a$	$Gg S_1 S_3 Aa$	$Gg S_2 S_3 aa$	$Gg S_1 S_3 aa$	

Таким образом, среди образовавшихся спорофитов будет следующее расщепление:

20% $gg S_1 S_2 Aa$ – вайи перистые, прямые;

20% $Gg S_1 S_3 Aa$ – вайи цельные (нерассеченные), прямые;

20% $gg S_1 S_2 aa$ – вайи перистые, поникающие;

20% $Gg S_2 S_3 aa$ – вайи цельные (нерассеченные), поникающие;

20% $Gg S_1 S_3 aa$ – вайи цельные (нерассеченные), поникающие.

В. Просуммируем по фенотипам поколение спорофитов:

20% ($\frac{1}{5}$) вайи перистые, прямые;

20% ($\frac{1}{5}$) вайи цельные (нерассеченные), прямые;

20% ($\frac{1}{5}$) вайи перистые, поникающие;

40% ($\frac{2}{5}$) вайи цельные (нерассеченные), поникающие.

Ответ:

А. 1) Вайи перистые, прямые. 2) Вайи цельные, поникающие.

Б. $\frac{1}{5} gg S_1 S_2 Aa$

$\frac{1}{5} Gg S_1 S_3 Aa$

$\frac{1}{5} gg S_1 S_2 aa$

$\frac{1}{5} Gg S_2 S_3 aa$

$\frac{1}{5} Gg S_1 S_3 aa$

В. $\frac{1}{5}$ вайи перистые, прямые;

$\frac{1}{5}$ вайи цельные (нерассеченные), прямые;

$\frac{1}{5}$ вайи перистые, поникающие;

$\frac{2}{5}$ вайи цельные (нерассеченные), поникающие.

Итого: 100 технических баллов

Задание 10-11 класса. Вариант 2

Блок 1 [3]

Задача 1 (5 баллов). С помощью буквенного кода дайте описание животного, представленного на рисунке.

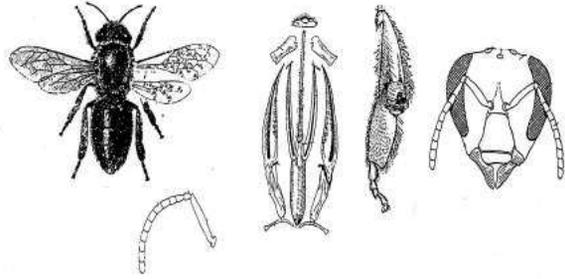
Отряд: **А – Перепончатокрылые;** **Б – Чешуекрылые;** **В – Ручейники;** **Г – Стрекозы;** **Д – Подёнки;** **Е – Сетчатокрылые;** **Ж – Двукрылые.**

Тело: **З – брюшко приращено к груди с помощью стелька;** **И – брюшко сидячее, не образует заметного сужения.**

Усики: **К – коленчатые;** **Л – чётковидные;** **М – булабовидные;** **Н – нитевидные;** **О – гребенчатые.**

Ротовой аппарат: **П – грызущий;** **Р – грызуще-сосущий;** **С – колюще-сосущий;** **Т – лижущий.**

Ноги: **У – задние ноги прыгательные;** **Ф – бегательные;** **Х – собирательные;** **Ц – копательные.**



Ответ: А; З; К+Л; П+Р; Х.

Задача 2 (3 балла). В каком порядке следуют клетки листа С-4 растений (снаружи внутрь):

А. Замыкающие клетки – клетки обкладки – клетки мезофилла – клетки-спутницы – ситовидные клетки;

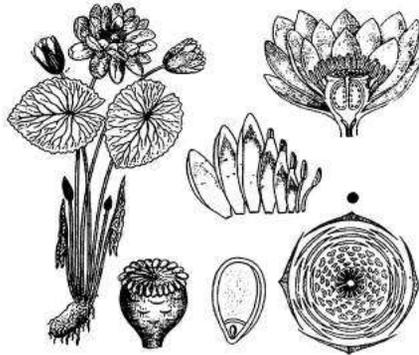
Б. Клетки-спутницы – клетки обкладки – клетки мезофилла – замыкающие клетки – ситовидные клетки;

В. Ситовидные клетки – клетки мезофилла – клетки обкладки – клетки-спутницы – замыкающие клетки;

Г. Замыкающие клетки – клетки мезофилла – клетки обкладки – клетки-спутницы – ситовидные клетки;

Д. Клетки мезофилла – клетки обкладки – замыкающие клетки – клетки-спутницы – ситовидные клетки.

Задача 3 (5 баллов). С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке.



Семейство: **А – Сложноцветные;** **Б – Рогозовые;** **В – Мятликовые (Злаковые);** **Г – Розовые (Розоцветные);** **Д – Кувшинковые;** **Е – Лилейные.**

Цветок: **Ж – актиноморфный;** **З – зигоморфный;** **И – неправильный**

Завязь: **К – верхняя;** **Л – нижняя**

Плод: **М – ягода;** **Н – орешек;** **О – костянка;** **П – зерновка;**

Р – листовка; **С – стручок/стручочек;**

Т – боб;

У – коробочка.

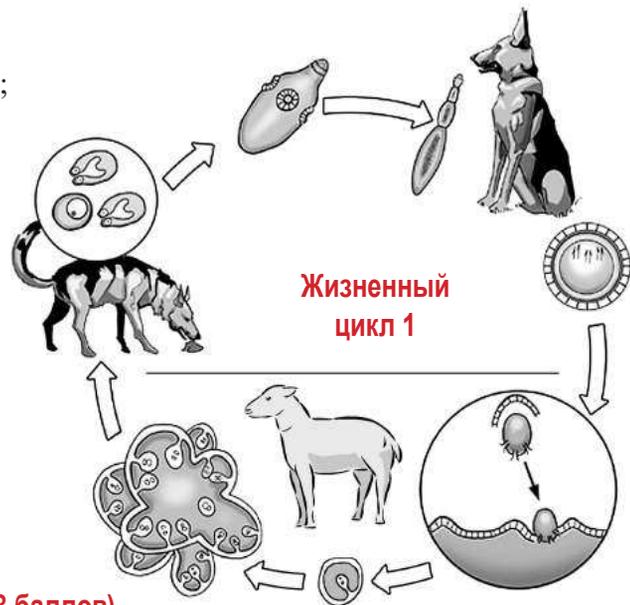
Околоцветник: **Ф – двойной;** **Х – простой;**

Ц – редуцированный.

Ответ: Д; Ж; К; У; Ф.



Жизненный цикл 2



Жизненный цикл 1

Задача 4 (8 баллов).

На рисунках представлены жизненные циклы двух животных. Для каждого случая укажите тип и класс, к которым принадлежит животное. Определите, свойственны ли этим жизненным циклам следующие особенности. **А.** Бесполое размножение. **Б.** Чередование различных половых поколений (гетерогония). **В.** Партогенез. **Г.** Наличие свободноживущих личинок.

Ответ дайте в виде шифра: **Ф** – 1,2 (характерно для обоих циклов); **Г** – 1 (характерно только для цикла 1); **Л** – 2 (характерно только для цикла 2); **Н** – 0 (не характерно ни для одного из циклов).

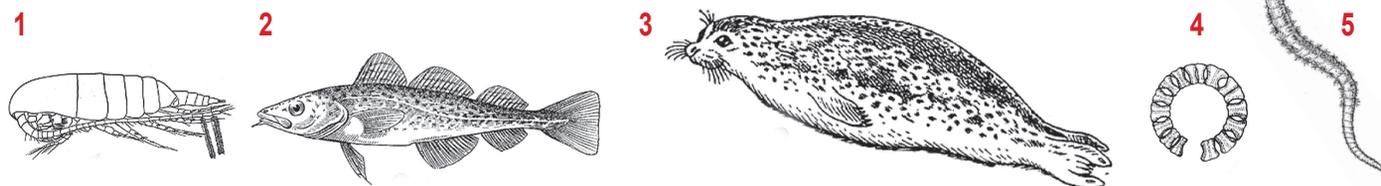
Ответ: Жизненный цикл 1: Тип – Плоские черви; Класс – Ленточные черви.

Жизненный цикл 2: Тип – Кишечнополостные (или Стрекающие); Класс – Гидроидные.

А – 1,2; Б – 0; В – 0; Г – 2.

Блок 2 [2]

Задача 5 (10 баллов).



На рисунке ▲ представлены животные различных пищевых сетей и сообществ. Выберите все возможные варианты:

А. Продуцентов, консументов I, II, III и IV порядков, а также редуцентов.

Б. Животных фильтраторов, детритофагов, паразитов и автотрофов.

Ответ дайте в форме: **Продуценты – №, №;** и т.д.

Ответ:

А.

Продуценты	Консументы I порядка	Консументы II порядка	Консументы III порядка	Консументы IV порядка	Редуценты
4	1 и 5	2	3	нет	нет

Продуценты – №4; Консументы I порядка – №1, №5; Консументы II порядка – №2; Консументы III порядка – №3.

Б.

Фильтраторы	Детритофаги	Паразиты	Автотрофы
1	5	нет	4

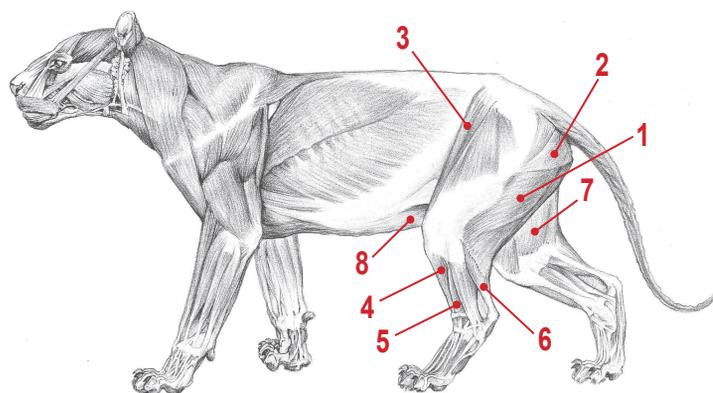
Фильтраторы – №1; Детритофаги – №5; Автотрофы – №4.

Задача 6 (8 баллов).

На рисунке ► представлена мускулатура тела тигра в спокойном состоянии. Представьте, что тигр решил почесать себе брюхо задней лапой. Для этого нужно поднять заднюю лапу и приблизить когти к брюху.

А. Укажите номера мышц, которые должны сократиться при этом движении.

Б. Перечислите номера мышц, которые при этом могут остаться расслабленными.



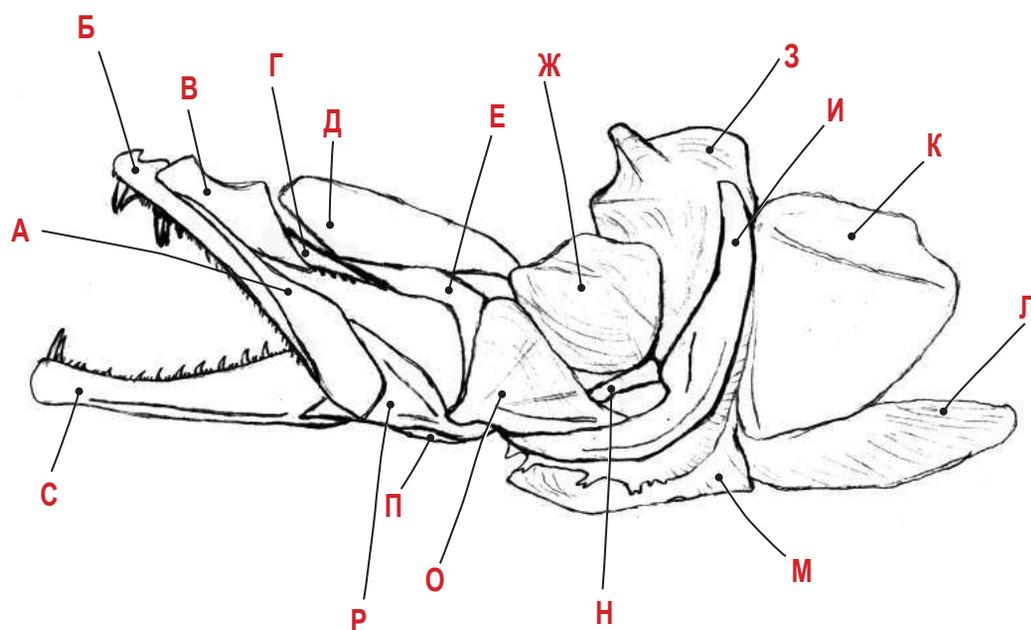
Ответ:

А. Должны сократиться мышцы с номерами **3, 4, 5.**

Б. Могут остаться расслабленными мышцы с номерами: **1, 2, 6, 7, 8.**

Задача 7
(8 баллов)

Перед вами –
← рисунок висцеральной части черепа судака.



А. Расшифруйте некоторые буквенные обозначения костей черепа, сопоставив им номера, обозначающие названия костей. Необходимо указать названия костей **А, З, К, М, О, Р** и **С**.

Б

Дополнительно укажите одну букву для той кости, которая позднее в эволюции станет дополнительной слуховой косточкой – наковальней – у млекопитающих.

Названия костей:

- 1 – предкрышечная
- 2 – квадратная
- 3 – внутренняя крыловидная
- 4 – предчелюстная
- 5 – угловая
- 6 – симплектикум
- 7 – слезная
- 8 – подкрышечная

9 – задняя крыловидная

- 10 – крышечная
- 11 – межкрышечная
- 12 – сочленовная
- 13 – наружная крыловидная
- 14 – зубная
- 15 – подвесок
- 16 – верхнечелюстная
- 17 – нёбная

Ответ:

А: А – 16 (верхнечелюстная)
З – 15 (подвесок)
К – 10 (крышечная)

М – 11 (межкрышечная)
О – 2 (квадратная)
Р – 12 (сочленовная)

С – 14 (зубная)

Б: Станет позднее молоточком у млекопитающих: **О** – 2 (квадратная)

Блок 3 [1]

Задача 8 (23 балла)

В семенной коже граната (*Punica granatum*) по мере созревания происходит накопление лимонной кислоты (цитрата). Она образуется из сахарозы, поступающей по флоэме от листьев. Процесс образования цитрата из углеводов частично показан на рисунке (см. след. страницу).

Предположим, что исходный водный потенциал сочных тканей составлял $-1,3$ МПа. После поступления порции сахарозы он стал равен $-1,5493$ МПа.

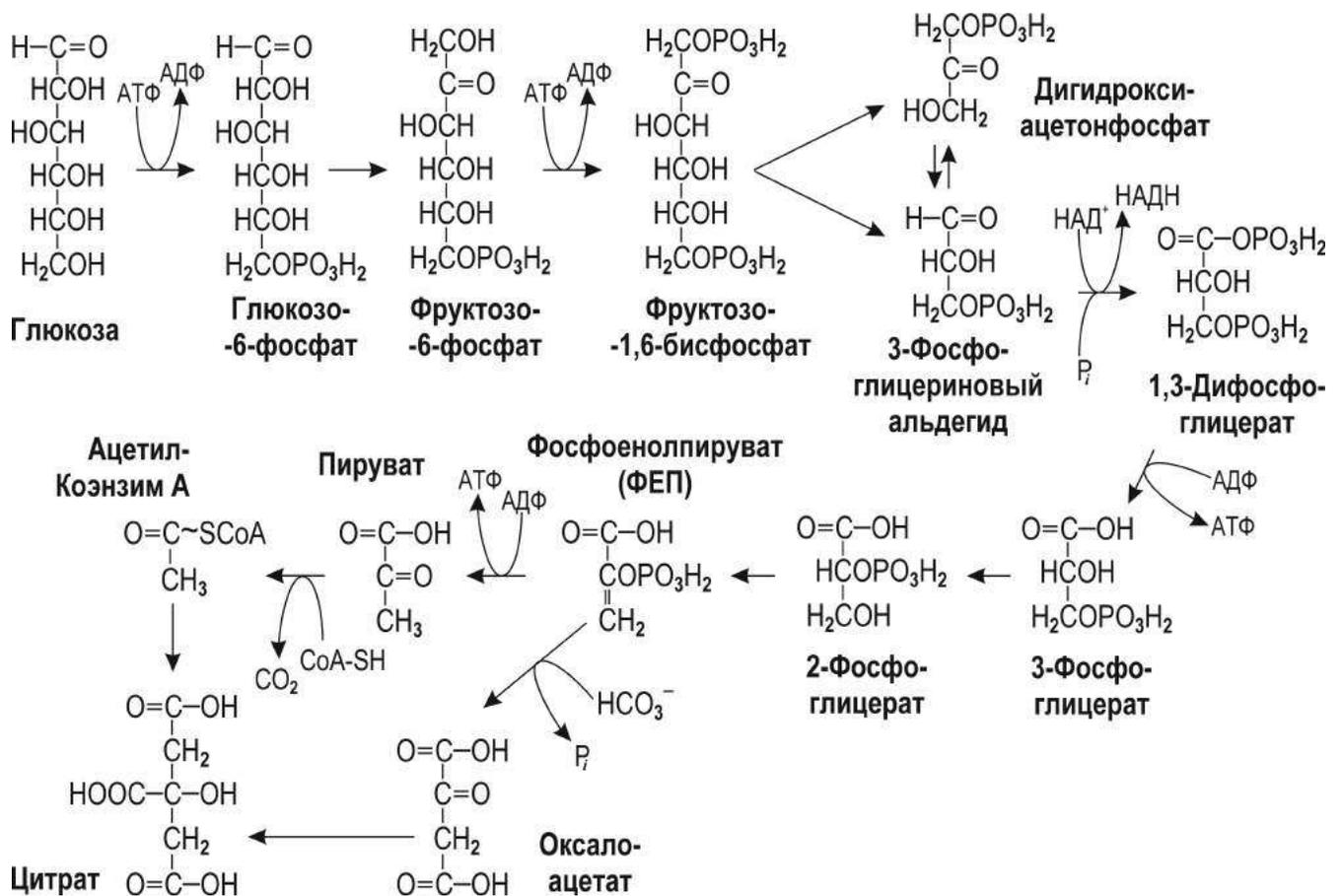
А. На сколько изменилась концентрация сахарозы? Ответ дайте в моль/л и в г/л.

Б. Каким станет водный потенциал после полного превращения этой сахарозы в цитрат?

В. На сколько больше стала концентрация цитрата? Ответ дайте в моль/л и в г/л.

Для упрощения расчетов примите, что концентрации АТФ, АДФ, фосфата, НАД^+ и НАДН в клетках поддерживаются примерно на постоянном уровне, цитрат не диссоциирует, а все реакции идут при $t^\circ = +27^\circ\text{C}$.

Справочные данные: Атомарные массы: С – 12; Н – 1; О – 16; N – 14. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/[моль×К]. Осмотическое давление $\pi = -iCRT$. Число Авогадро $N_A = 6,02 \times 10^{23}$.



Решение:

А. Потенциал уменьшился на $1,5493 - 1,3 = 0,2493$ МПа. Используя формулу $\pi = -iCRT$, выразим концентрацию C через единицы давления:

$$C = -\pi / iRT = -(-0,2493 \text{ МПа} / 8,31 \text{ Дж} / [\text{моль} \times \text{К}] \times 300 \text{ К}) = 0,2493 \text{ МПа} / 2493 \text{ Дж} / \text{моль} = 249300 \text{ Н} / \text{м}^2 : 2493 \text{ Н} \times \text{м} / \text{моль} = 100 \text{ моль} / \text{м}^3 = 0,1 \text{ моль} / \text{л}$$

Формула сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$. $MW_{\text{сахарозы}} = 342 \text{ г} / \text{моль}$. Переводя концентрацию в г/моль, получим:

$$C = 0,1 \text{ моль} / \text{л} \times 342 \text{ г} / \text{моль} = 34,2 \text{ г} / \text{л}$$

В. Для синтеза 1 молекулы цитрата требуется 1 молекула оксалоацетата и 1 молекула ацетил КоА. Соответственно, необходимо 2 молекулы ФЕП, каждая из которых образуется из 3-фосфоглицеринового альдегида (3-ФГА). Из каждой молекулы глюкозы или фруктозы получится 2 молекулы ФГА, что эквивалентно 1 молекуле лимонной кислоты (цитрата). Из одной молекулы сахарозы получается 1 молекула глюкозы и 1 молекула фруктозы, что соответствует 2 молекулам цитрата.

Таким образом, из 1 молекулы сахарозы может синтезироваться 2 молекулы цитрата. Молярная концентрация цитрата должна быть в 2 раза больше, чем молярная концентрация поступившей сахарозы, что составит 0,2 моль/л.

Формула цитрата $C_6H_8O_7$. $MW_{\text{цитрата}} = 192 \text{ г} / \text{моль}$. Переводя концентрацию цитрата в г/л, получим:

$$C = 0,2 \text{ моль} / \text{л} \times 192 \text{ г} / \text{моль} = 38,4 \text{ г} / \text{л}$$

Б. Осмотическое давление должно стать:

$$\pi = -CRT = -0,2 \text{ моль} / \text{л} \times 8,31 \text{ Дж} / [\text{моль} \times \text{К}] \times 300 \text{ К} = -498,6 \text{ Дж} / \text{л} = -498,6 \text{ Н} \times \text{м} / 0,001 \text{ м}^3 = -0,4986 \text{ МПа}$$

Эту величину нужно сложить с исходным водным потенциалом $-1,3$ МПа:

$$-1,3 - 0,4986 = -1,7986 \text{ МПа}$$

Ответы:

А: 0,1 моль/л или 34,2 г/л сахарозы.

Б: -1,7986 МПа.

В: 0,2 моль/л или 38,4 г/л цитрата.

Задача 9 (14 баллов)

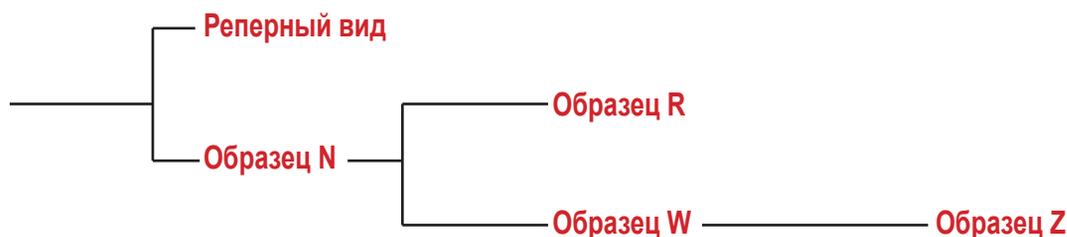
Исследователь выделил 4 культуры хламидомонады из различных водоёмов: из озера Байкал (культура А), из болот в Западной Сибири (культура Б), из озера Неро (культура В) и из озера Селигер (культура Г). Для определения родственных отношений между этими четырьмя культурами была определена последовательность нуклеотидов ДНК участка гена пластоцианин из этих видов. Для сравнения определили последовательность того же участка у реперного вида – хламидомонады Рейнхардта (*Chlamydomonas reinhardtii*). Результаты приведены ниже:

	10	20	30	40
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	АГГЦГЦТГТТ	ГАЦЦГЦГЦТА	АТАГАЦАГАЦ	ТААЦГАТГЦА
Культура А	АГГЦГЦТГТТ	ГАЦЦГЦГЦТА	АТАГАЦАГГЦ	ТТАЦТААГЦА
Культура Б	АГГЦГЦТАТА	ГАЦЦГЦГАТА	АТАГАЦАГГЦ	ТТАЦТААГЦА
Культура В	АГГЦГЦТГТА	ГАЦГГЦГЦТА	АТЦГАЦАГГЦ	ТТАЦТААГЦА
Культура Г	АГГЦГЦТГТА	ГАЦЦГЦГЦТА	АТАГАЦАГГЦ	ТТАЦТААГЦА

Проанализируйте приведённые данные, считая, что чем ближе виды, тем меньше различия последовательностей. Проведите рассуждение по образцу (имеются в виду участки ДНК соответствующих генов):

- 1). Наиболее близок к реперному виду образец **N**. У него произошли замены: 48 нуклеотид **Г → Т**, 53 нуклеотид **Т → Ц** и 68 нуклеотид **А → Ц**.
- 2). От образца **N** произошёл образец **R** путем замен: 45 нуклеотид **Т → А** и 51 нуклеотид **А → Г**.
- 3). От образца **N** независимо произошёл образец **W** путем замены: 47 нуклеотид **Ц → А**.
- 4). От образца **W** произошёл образец **Z** путем замены: 63 нуклеотид **Т → Ц**.

Результаты приведите в графическом виде условного «филогенетического дерева», например:



Наименьшее число замен у культуры **A**, следовательно, она ближе других к реперному виду.



Такие же замены есть и у всех других культур, т.е. они появились на уровне расхождения всех этих культур с реперным видом.

Сравним попарно последовательность культуры **A** с последовательностями других культур. Получим:

	10	20	30	40
Культура А	АГЦГЦТГТТ ГАЦГЦГЦТА АТАГАЦАГГЦ ТТАЦТААГЦА			
Культура Б	АГЦГЦТГТТ <u>А</u> ГАЦГЦГЦТА АТАГАЦАГГЦ ТТАЦТААГЦА			

Замены в позициях 8 (Г → А), 10 (Т → А), 18 (Ц → А).

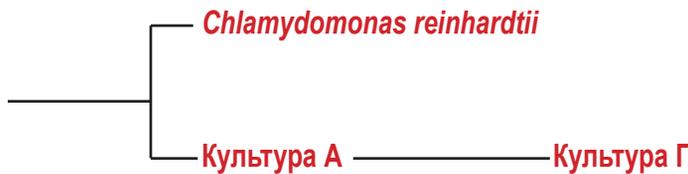
	10	20	30	40
Культура А	АГЦГЦТГТТ ГАЦГЦГЦТА АТАГАЦАГГЦ ТТАЦТААГЦА			
Культура В	АГЦГЦТГТТ <u>А</u> ГАЦ <u>Г</u> ГЦГЦТА АТ <u>Ц</u> ГАЦАГГЦ ТТАЦТААГЦА			

Замены в позициях 10 (Т → А), 14 (Ц → Г), 23 (Т → Ц).

	10	20	30	40
Культура А	АГЦГЦТГТТ ГАЦГЦГЦТА АТАГАЦАГГЦ ТТАЦТААГЦА			
Культура Г	АГЦГЦТГТТ <u>А</u> ГАЦГЦГЦТА АТАГАЦАГГЦ ТТАЦТААГЦА			

Замена в позиции 10 (Т → А).

Культуры А и Г отличаются только одной заменой, значит они наиболее близки:



Культуры В и Б имеют все замены, обнаруженные у культуры Г, следовательно, они произошли от этого вида или близкого к нему предка. Так как каждый из них имеет по две разные замены, они представляют независимые ветви, разошедшиеся от культуры Г:



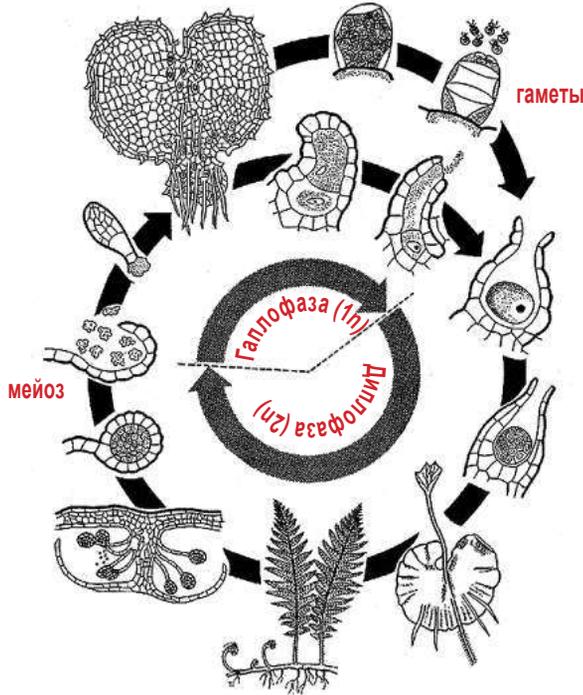
Ответ:

- 1). Наиболее близка к реперному виду *Chlamydomonas reinhardtii* культура **A**. У неё произошли замены: 29 нуклеотид **A** → Г, 32 нуклеотид **A** → Т, 35 нуклеотид Г → Т, 37 нуклеотид Т → А.
- 2). От культуры **A** произошёл образец **Г** путем замены: 10 нуклеотид Т → А.
- 3). От образца **Г** независимо произошёл образец **Б** путем замен: 8 нуклеотид Г → А, 18 нуклеотид Ц → А.
- 4). От образца **Г** независимо произошёл образец **В** путем замен: 14 нуклеотид Ц → Г, 23 нуклеотид Т → Ц.

Задача 10 (16 баллов)

У некоторых папоротников есть система, которая предотвращает слияние гамет с близким генотипом. Допустим, что за это отвечает генетический локус S , у которого есть множество аллелей: S_1, S_2, S_3 и т.д. Если яйцеклетка несёт аллель S_n , то она не может сливаться со сперматозоидом с генотипом S_n , но может сливаться с любым другим сперматозоидом, у которого аллель S с другим номером.

У некоторого равноспорового папоротника, жизненный цикл которого представлен на рисунке, локус S настолько тесно сцеплен с генами F и R , что рекомбинацией между ними можно пренебречь.



Ген F отвечает за форму листьев (вай). У носителей доминантной мутации F листья (вай) имеют стреловидную форму, тогда как у гомозигот ff вайи нормальные. Ген R отвечает за окраску черешков (рахисов) вай. У гомозигот RR рахисы красные, у гетерозигот Rr – розовые, а у гомозигот rr – зеленые.

У одного из спорофитов на хромосомах гены расположены в следующем порядке: $F-S_1-r$ и $f-S_2-r$. У второго спорофита гены расположены следующим образом: $f-S_1-R$ и $F-S_3-r$.

А. Укажите фенотипы этих растений.

Б. Вы смешали в равной пропорции споры обоих спорофитов и проростили в благоприятных условиях, а затем дождалась образования новых спорофитов. В каком соотношении по генотипам образуются новые спорофиты?

В. Каким будет расщепление по фенотипам среди новых спорофитов в этом эксперименте? Свое мнение обоснуйте.

Решение

А. Растение $F-S_1-r$ и $f-S_2-r$ гомозиготно по мутантному аллелю r , соответственно рахисы вайи зеленые. По гену F растение гетерозиготно. Аллель F доминирует над аллелем f . Соответственно, вайи стреловидные.

Второе растение с генотипом $f-S_1-R$ и $F-S_3-r$ гетерозиготно по аллелю Rr , т.е. рахисы вай розовые. Имеется доминантный аллель F , а это означает, что вайи будут стреловидные.

Б. Первый спорофит даст в равной пропорции споры с генотипами $F-S_1-r$ и $f-S_2-r$. Второй спорофит – половину спор с генотипом $f-S_1-R$ и половину спор с генотипом $F-S_3-r$. Поскольку споры смешали в равных пропорциях, то каждый из генотипов составит 25% от всей популяции спор.

Из спор вырастут обоеполюе гаметофиты (это следует из условия: сказано, что папоротник – равноспоровый). Таким образом, в популяции как мужских, так и женских гамет в равной пропорции будут присутствовать генотипы $F-S_1-r, f-S_2-r, f-S_1-R$ и $F-S_3-r$.

Составим решетку Пеннета, отражающую встречу гамет с разными генотипами. Отметим цветом встречу гамет с одинаковыми аллелями гена S , при которых оплодотворение не происходит.

	♂	$F-S_1-r$	$f-S_2-r$	$f-S_1-R$	$F-S_3-r$
♀	$F-S_1-r$		$Ff S_1 S_2 rr$		$FF S_1 S_3 rr$
	$f-S_2-r$	$Ff S_1 S_2 rr$		$ff S_1 S_2 Rr$	$Ff S_2 S_3 rr$
	$f-S_1-R$		$ff S_1 S_2 Rr$		$Ff S_1 S_3 Rr$
	$F-S_3-r$	$FF S_1 S_3 rr$	$Ff S_2 S_3 rr$	$Ff S_1 S_3 Rr$	

Таким образом, среди образовавшихся спорофитов будет следующее расщепление:

20% $Ff S_2 S_3 rr$ – вайи стреловидные, рахисы зеленые;

20% $FF S_1 S_3 rr$ – вайи стреловидные, рахисы зеленые;

20% $ff S_1 S_2 Rr$ – вайи нормальной формы, рахисы розовые;

20% $Ff S_2 S_3 rr$ – вайи стреловидные, рахисы зеленые;

20% $Ff S_1 S_3 Rr$ – вайи стреловидные, розовые.

В. Просуммируем по фенотипам поколение спорофитов:

60% ($\frac{3}{5}$) вайи стреловидные, рахисы зеленые;

20% ($\frac{1}{5}$) вайи стреловидные, рахисы розовые;

20% ($\frac{1}{5}$) вайи нормальной формы, рахисы розовые.

Ответ:

А. 1) Вайи стреловидные, рахисы зеленые. 2) Вайи стреловидные, рахисы розовые.

Б. $\frac{1}{5} Ff S_1 S_2 rr$

$\frac{1}{5} FF S_1 S_3 rr$

$\frac{1}{5} ff S_1 S_2 Rr$

$\frac{1}{5} Ff S_2 S_3 rr$

$\frac{1}{5} Ff S_1 S_3 Rr$

В. $\frac{3}{5}$ вайи стреловидные, рахисы зеленые;

$\frac{1}{5}$ вайи стреловидные, рахисы розовые;

$\frac{1}{5}$ вайи нормальной формы, рахисы розовые.

Итого: 100 технических баллов