

## Психологи: 10-11 классы

### Вариант 1

#### *Задание № 1.*

У насекомых в составе гемолимфы очень мало белков, осуществляющих транспорт кислорода. Каким образом их ткани все же получают кислород? Как устроена дыхательная система насекомых? Почему ее особенности ограничивают размер их тела? Есть ли у дыхательной системы насекомых преимущества в сравнении с дыхательной системой позвоночных (например, человека)?

#### **Решение.**

- ткани насекомых получают кислород благодаря тому, что насекомые имеют систему трахей – слепозамкнутых трубочек, начинающихся дыхальцами; дыхальца расположены с верхней стороны брюшка насекомого
- строение дыхательной системы насекомых таково, что их трахеи сильно ветвятся, подходя ко всем органам и тканям; в результате перенос кислорода кровью по сосудам и капиллярам оказывается не нужным
- движение газов по трахеям идет лишь только за счет диффузии; дыхательные движения практически отсутствуют – и в отличие от позвоночных, где нагнетание либо всасывание воздуха в легкие происходит за счет работы мышц
- из-за ключевой роли процессов диффузии трахеи насекомых не могут быть слишком длинными (несколько мм); в результате возникает ограничение размеров тел, по сравнению с позвоночными, у которых кислород переносится кровью
- преимуществом дыхательной системы насекомых является экономия воды (не теряется с выдыхаемым воздухом); в результате для насекомых характерен более высокий уровень приспособленности к засушливым условиям обитания.

#### *Задание № 2.*

В ядре много щелочных (основных) белков – гистонов. Как они участвуют в образовании видимых в микроскоп хромосом? Почему гистоны почти не изменяются в ходе эволюции? Каковы основные черты строения хромосом эукариот? Сколько и каких хромосом в кариотипе человека? К чему приводит нарушение их количества (приведите 2 примера).

#### **Решение.**

- белки, относящиеся к группе гистонов, соединяются с ДНК, способствуя ее компактной упаковке в небольшие клубки-нуклеосомы; без образования нуклеосом невозможна дальнейшая многоэтапная укладка ДНК в хромосому
- гистоны почти не меняются в ходе эволюции, поскольку любая их мутация нарушает самые первые этапы укладки ДНК в хромосомы; в результате хромосомы не образуются и деление клеток становится невозможным
- хромосомы эукариот состоят из парных хроматид (дочерних копий ДНК), соединенных в области центромеры; в результате хромосомы имеют, как правило, вид Х-образных структур
- в кариотипе человека 23 пары хромосом; это 22 пары аутомосом, одинаковых у мужчин и женщин, а также одна пара половых хромосом (у женщин две крупных Х-хромосомы; у мужчин одна Х и одна мелкая У-хромосома).
- Привести два любые примера из довольно обширного списка: синдром Дауна (три 21-х хромосомы), трисомии по 18-й и 13-й хромосомам, синдром

Шерешевского-Тернера (всего одна X-хромосома), другие нарушения числа половых хромосом.

*Задание № 3.*

В продолговатом мозге и мосту мы можем встретить нейроны, реагирующие на самые разнообразные сенсорные сигналы. Как вы думаете, относятся они к центрам сна или к центрам бодрствования? Ответ поясните. Что произойдет, если эти нейроны окажутся повреждены? Почему биологически важно, чтобы переход от сна к бодрствованию был быстрым, а от бодрствования к сну – постепенным? Из каких двух основных стадий состоит сон человека и какова их функция?

**Решение.**

- нейроны с названными свойствами относятся к центру бодрствования; каждый знает, что чем больше действует на организм сенсорных сигналов, тем выше оказывается уровень бодрствования мозга
- центры сна и бодрствования постоянно конкурируют; если произойдет повреждение центра бодрствования, то значимость влияний центров сна резко возрастет; в результате мозг может погрузиться в кому – глубочайший патологический сон
- быстро просыпаться от любых сенсорных сигналов биологически важно, чтобы оперативно «включать» все нервные процессы и адекватно реагировать на изменения окружающей среды; особенно это необходимо в потенциально или реально опасной ситуации
- медленно засыпать биологически полезно, поскольку есть время найти наиболее подходящее место для сна; во сне организм практически беззащитен, и если уснуть в «плохом месте», можно подвергнуть себя серьезной опасности
- стадии сна: (а) «медленная» = медленноволновая: стадия физиологического отдыха мозга и всего организма (б) парадоксальный сон: мозг обрабатывает накопленную ранее информацию, стадия сновидений, стадия быстрых движений глаз.

*Задание № 4.*

У человека дальтонизм – рецессивный признак, сцепленный с полом, а темный цвет волос – аутосомный признак, доминирующий над светлым. У здоровых темноволосых родителей родились светловолосая здоровая дочь и темноволосый сын-дальтоник. Он женился на здоровой темноволосой женщине. Сын от этого брака – светловолосый дальтоник. Что можно сказать о генотипах родителей, сына, его жены и внука?

**Решение.** Обозначим ген темного цвета волос - А,  
 светлого цвета волос – а,  
 нормального зрения – X<sup>D</sup>,  
 дальтонизма - X<sup>d</sup>.

Исходя из фенотипов можем записать:

Р	A? X <sup>D</sup> ?	x	A? X <sup>D</sup> Y
		↓	
F <sub>1</sub>	aa X <sup>D</sup> X <sup>D</sup> ;		A?X <sup>d</sup> Y x A? X <sup>D</sup> ?
			↓
			aaX <sup>d</sup> Y

Дочь гомозиготна по рецессивному аллелю, а, значит, ее родители имели этот аллель и были гетерозиготны по гену А. Сын – дальтоник, свою единственную X-хромосому он получил от матери, значит она была гетерозиготна и по гену дальтонизма. Генотипы родителей: ***Аа X<sup>D</sup>Y и АаX<sup>D</sup>X<sup>d</sup>***. Так как внук несет два аллеля, то он получил его и от отца, и от матери, т.е. они были гетерозиготны по этому гену (имели генотип Аа). X-хромосому, несущую ген дальтонизма, он получил от матери, следовательно, она была гетерозиготна по этому гену. Таким образом, генотипы сына и его жены ***Аа X<sup>d</sup>Y и АаX<sup>D</sup>X<sup>d</sup>*** (*Ответы выделены жирным шрифтом*).

*Задание № 5.*

На одном из островов в Индийском океане обнаружена изолированная популяция мартышек. Среди них обнаружено 7589 особей с бурой окраской шерсти, 4910 – со светло-коричневой, и 2381 – с золотистой. Известно, что различия в цвете шерсти определяются в этом случае одним геном, бурый цвет доминантен по отношению к светло-коричневому, а светло-коричневый доминирует над золотистым. Какова частота аллелей цвета шерсти в этой популяции?

**Решение.**

Вычислим частоты фенотипов. Всего на острове  $7589+4910+2381=14880$  мартышек.

Бурых:  $7589:14880=0,51$ ;

Светло-коричневых:  $4910:14880=0,33$ ;

золотистых:  $2381:14880=0,16$ .

Обозначим аллель бурого цвета шерсти А, светло-коричневого - а, золотистого – а<sub>3</sub>

Генотипы: бурые: АА+Аа+Аа<sub>3</sub>

светло-коричневые: аа+аа<sub>3</sub>

золотистые а<sub>3</sub>а<sub>3</sub>.

Частоты аллелей: А – р, а – q, а<sub>3</sub> - z.

Частота золотистых =  $z^2=0,16$ ; **z = 0,4.**

Частота светло-коричневых =  $q^2+2qz = q^2+2*0,4*q=0,33$ .

$q^2+0,8q-0,33=0$ , откуда **q=0,3.**

Частота бурых:  $p^2+2pq+2pz=p^2+2*0,3*p+2*0,4*p=p^2+1,4p=0,51$ .

$p^2+1,4p-0,51=0$ , откуда **p=0,3.**

**Ответ:** частоты аллелей: бурого – 0,3; светло-коричневого – 0,3; золотистого – 0,4.

*Задание № 6.*

Для всех детенышей млекопитающих и птиц характерна особая форма поведения – игра.

Что это:

А. Форма пищедобывательного поведения;

Б. Стадия развития двигательной активности;

В. Физическая тренировка.

Дайте аргументированный ответ.

**Ответ.** Игра играет очень важную роль в поведении животных и человека. В игре детеныши развивают свою активность, происходит распределение социальных ролей, укрепляется их физическое состояние, проигрываются определенные типы «взрослого» поведения, которые в игре еще лишены своего смысла. Поэтому правильны варианты ответа, Б и В.

## Психологи: 10-11 классы

### Вариант 2

#### *Задание № 1.*

Беззубка, сохраняя неподвижность, способна прокачивать воду через мантийную полость. За счет чего это происходит и с какой целью? У человека в дыхательных путях имеется сходная система. Как она устроена и работает? Что происходит при ее повреждении (в результате, например, ожога бронхов)? По тому же принципу организован один из отделов женской половой системы. О каком из отделов идет речь и каково его назначение?

#### **Решение.**

- движение воды через мантийную полость беззубки реализуется за счет работы ресничного (мерцательного) эпителия на поверхности мантийной полости и жабр; цель этого движения – дыхание и питание (за счет фильтрации воды)
- аналогичный мерцательный эпителий находится на поверхности дыхательных путей человека; это слой клеток с подвижными ресничками (жгутиками), которые перемещают выделяемую в дыхательных путях слизь
- цель работы мерцательного эпителия: откачка слизи из легких, причем вместе со слизью удаляется пыль и микроорганизмы (все это поднимается из бронхов в глотку, а затем проглатывается)
- при повреждении мерцательного эпителия в результате ожога наблюдается быстрое накопление слизи в легких (поскольку ее откачка не происходит); в результате пациент начинает задыхаться
- мерцательный эпителий характерен также для внутренней поверхности яйцеводов; его назначение – «втягивание» в яйцевод из брюшной полости яйцеклетки после овуляции, перемещение яйцеклетки, а затем и эмбриона к матке.

#### *Задание № 2.*

Охарактеризуйте строение митохондрий, а также (кратко) основные протекающие в них химические процессы. Приведите доказательства симбиотической природы митохондрий. У паразитических простейших митохондрии могут отсутствовать. Как Вы думаете, почему? Где они обитают в организме человека? Какие паразитические черви ведут сходный образ жизни (являются анаэробами)? Приведите 3 примера червей из разных типов и классов.

#### **Решение.**

- для митохондрий характерна оболочка из двух мембран; внешняя мембрана гладкая; внутренняя мембрана складчатая (складки называются кристами); внутреннее содержимое – матрикс, в котором расположены ДНК и рибосомы
- основная суть химических процессов внутри митохондрии – получение энергии в форме АТФ; при этом первый этап (без участия кислорода; цикл Кребса) проходит в матриксе; второй этап (окислительное фосфорилирование) идет на внутренней мембране, где расположены дыхательные ферменты и АТФ-синтетаза
- симбиотическую природу митохондрий доказывает кольцевая («бактериальная») форма их ДНК, «бактериальные», более легкие (по сравнению с цитоплазмой) рибосомы и наличие во внутренней мембране «бактериальных» липидов, не характерных для других мембран клетки
- митохондрии могут отсутствовать (как результат редукции) при обитании простейшего организма в бескислородной (анаэробной) среде кишечника; примеры – кишечные жгутиковые и кишечные амёбы
- среди паразитических червей анаэробный образ жизни также ведут различные обитатели желудочно-кишечного тракта: аскариды, сосальщики, ленточные черви (различные цепни)

*Задание № 3.*

С точки зрения эволюции структур головного мозга в коре больших полушарий выделяют древнюю, старую и новую области. Каковы, по вашему мнению, их функции? При ответе следует учесть, что зачатки древней коры имеются уже у рыб; старая кора хорошо представлена у рептилий; новая кора в полной мере присуща только млекопитающим, причем максимально развита у приматов и человека. Каковы будут последствия повреждения, например, височной доли коры больших полушарий?

**Решение.**

- древняя кора выполняет обонятельную функцию; она запускает реакции на врожденно значимые обонятельные сигналы, то есть ряд врожденных (инстинктивных) программ, связанных с размножением, уходом за потомством, мечение территории и т.п.
- старая кора связана с центрами различных потребностей, мотиваций, эмоций; старая кора связана также с формированием памяти – прежде всего, кратковременной; ключевой структурой является при этом гиппокамп
- новая кора млекопитающих содержит разнообразные сенсорные центры (зрительные, слуховые, кожная чувствительность и т.д.); она же содержит двигательные центры (двигательная кора, управление произвольными движениями)
- новая кора человека содержит мощно развитые высшие ассоциативные центры: во-первых, связанные с узнаванием сложных сенсорных образов, речью и мышлением (теменные доли); во-вторых, связанные с принятием решений, волей, целенаправленной деятельностью (лобные доли)
- височная доля является слуховым центром коры больших полушарий; ее повреждение приведет к глухоте и/или нарушению распознавания и узнавания слуховых образов (например, определенных тональностей, слов, мелодий).

*Задание № 4.*

Наследственное потемнение зубов у человека – доминантный признак, сцепленный с X-хромосомой. Голубой цвет глаз – рецессивный признак, ген которого находится на аутосоме. У кареглазых родителей с темными зубами родился сын с голубыми глазами и дочь, имеющая карие глаза и темные зубы. Она вышла замуж за кареглазого мужчину с белыми зубами. От этого брака родилась голубоглазая девочка с белыми зубами. Что можно сказать про генотипы родителей, дочери, ее мужа и внучки?

**Решение.** Обозначим ген карего цвета глаз - А,

голубого цвета глаз – а,  
темного цвета зубов –  $X^D$ ,  
светлого цвета зубов -  $X^d$ .

Исходя из фенотипов можем записать:

P	$A? X^D?$	x	$A? X^D Y$
		↓	
F <sub>1</sub>	$aa X^D Y;$		$A? X^D? \quad x \quad A? X^d Y$
			↓
			$aa X^d X^d$

Сын гомозиготен по рецессивному аллелю а, значит оба его родителя имели этот аллель и были гетерозиготны по гену А. Так как внучка несет два аллеля а, то она получила его и от отца, и от матери, т.е. они были гетерозиготны по этому гену (имели генотип Аа). Она также гомозиготна по рецессивному аллелю светлых зубов, значит оба ее родителя имели такой аллель. Таким образом, генотипы дочери и ее мужа  **$Aa X^D X^d$**  и  **$Aa X^d Y$** . Так как дочь получила от отца хромосому  $X^D$ , вторую хромосому  $X^d$  она получила от матери, следовательно, мать гетерозиготна по гену цвета зубов. Генотипы родителей:  **$Aa X^D Y$**  и  **$Aa X^D X^d$** . (Ответы выделены жирным шрифтом)

*Задание № 5.*

На архипелаге в Тихом океане проживает изолированная популяция людей. 6324 человека имеют карие глаза, 4092 – серые, а 1984 – голубые. Других цветов глаз на островах не встречается. Известно, что различия в цвете определяются в этом случае одним геном, карий цвет глаз доминирует над серым, а серый – над голубым. Какова частота аллелей цвета глаз в этой популяции?

**Решение.**

Вычислим частоты фенотипов. Всего на острове  $6324+4092+1984=12400$  жителей.

Кареглазых:  $6324:1240=0,51$ ;

сероглазых:  $4092:12400=0,33$ ;

голубоглазых:  $1984:12400=0,16$ .

Обозначим аллель карего цвета  $A$ , серого цвета -  $a$ , голубого -  $a_r$ .

Генотипы: карие:  $AA+Aa+Aa_r$

серые:  $aa+aa_r$

голубые:  $a_r a_r$ .

Частоты аллелей:  $A - p$ ,  $a - q$ ,  $a_r - z$ .

Частота голубоглазых  $= z^2=0,16$ ;  $z = 0,4$ .

Частота сероглазых  $= q^2+2qz = q^2+2*0,4*q=0,33$ .

$q^2+0,8q-0,33=0$ , откуда  $q=0,3$ .

Частота кареглазых:  $p^2+2pq+2pz=p^2+2*0,3*p+2*0,4*p=p^2+1,4p=0,51$ .

$p^2+1,4p-0,51=0$ , откуда  $p=0,3$ .

**Ответ:** частоты аллелей: карего – 0,3; серого – 0,3; голубого – 0,4.

*Задание № 6.*

Собаку поместили в ящик, открыть который можно было, лишь нажав на педаль, находящуюся внутри ящика. После многочисленных попыток собаке удалось открыть ящик и выйти наружу. Этот эксперимент повторяли много раз, и в конце концов собака начала нажимать на педаль с первой попытки. В другом опыте шимпанзе показали банан и подвесили его на такой высоте, что обезьяна не могла до него дотянуться. В клетке, где проводили эксперимент, находились палки разной длины. С первой попытки шимпанзе взяла длинную палку и смогла достать банан. Сравните два типа поведения животных. В чем их принципиальное отличие?

**Ответ.** Собака нашла выход благодаря многократным попыткам и повторениям, большинство которых были ошибочны. Только случайно был найден правильный ответ, который был закреплен в последующих экспериментах. Был выработан инструментальный условный рефлекс. В случае с шимпанзе обезьяна смогла быстро найти правильный ответ, благодаря рассудочной деятельности. Это явление называют инсайтом и оно происходит без выработки условного рефлекса.