

**ЗАДАНИЕ 1.** Все знают, что курить вредно. А почему? Какие вещества содержатся в табачном дыме? Какие патологические изменения они вызывают в организме человека?

*Ответы:*

В табачном дыме содержатся: никотин, СО, СО<sub>2</sub>, метан, азот, альдегиды, кетоны, окиси азота, цианистый водород, летучие нитраты, смолы.

**Никотин:**

*обладает сосудосуживающим действием* – это приводит к развитию таких заболеваний, как артериальная гипертензия, атеросклероз, тахикардия, аритмия, стенокардия, ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность и инфаркт миокарда, нарушается кровообращение сетчатки глаза, происходят изменения глазного дна → ухудшается центральное зрение. Является фактором риска для осложнений при беременности.

*вызывает сужение дыхательных путей* – из-за этого активизируется выделение мокроты, развивается кашель, чаще возникают приступы астмы.

*блокирует усвоение витамина С* – в результате чего замедляется заживление язв, повышается частота рецидивов язвенной болезни желудка, снижается иммунитет и увеличивается восприимчивость к инфекционным заболеваниям.

*в сочетании со смолами никотин способствует развитию онкологических заболеваний*, в том числе рака лёгких, языка, гортани, глотки, пищевода, желудка, поджелудочной железы, печени, простаты.

*вызывает физическую и психическую зависимости.*

*отрицательно воздействует на центры спинного мозга*, отвечающие за половые рефлексы.

**СО (угарный газ):**

*ухудшает дыхательную функцию крови*, так как необратимо связывается с гемоглобином. В результате уменьшается способность крови переносить кислород, и мозг, мышцы, а также и сердечная мышца не могут действовать в свою полную силу из-за недостатка кислорода. Для того, чтобы компенсировать недостаток поступления кислорода к внутренним органам, в организме курильщика увеличивается количество эритроцитов, а сердцу и лёгким приходится работать с большой нагрузкой.

**Смолы, окиси азота, цианистый водород и др. вещества, содержащиеся в табачном дыме:**

*повреждают ресничный эпителий дыхательных путей*, тем самым обуславливает кашель курильщика, способствует развитию инфекционных заболеваний органов дыхания.

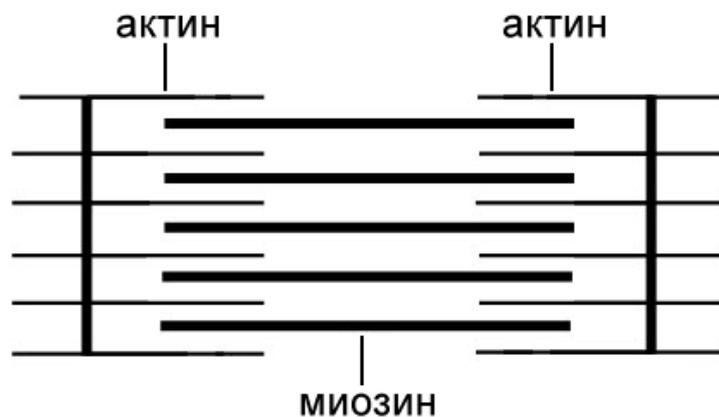
*вызывают эмфизему лёгких* — хроническое заболевание, связанное с необратимой дегенерацией лёгочной ткани. Альвеолы, из которых состоит легочная ткань, чрезмерно растягиваются и теряют способность к достаточному сокращению, вследствие чего

нарушается поступление кислорода в кровь и выведение из нее углекислого газа. Это приводит к дыхательной недостаточности.

**приводят к изменениям в слизистой оболочке полости рта**, которые провоцируют развитие злокачественных опухолей.

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 2.** На рисунке приведена схема строения саркомера – единицы мышечной сократимости. Саркомер состоит из белковых нитей двух типов: актиновых и миозиновых. Самостоятельно нарисуйте саркомер в полностью расслабленном и в полностью сокращенном варианте. Ответ поясните.



*Ответы:*

Единицей мышечной сократимости является саркомер, состоящий из двух типов белковых волокон – актиновых и миозиновых. Середину каждого саркомера занимают «толстые» нити миозина, а на обоих концах находятся «тонкие» нити актина.

**А**



**Б**



Когда мышцы расслаблены, концы толстых и тонких нитей лишь слабо перекрываются (А). Во время сокращения актиновые нити скользят вдоль миозиновых нитей и сдвигаются к середине саркомера, и он укорачивается и утолщается (Б). Длина актиновых и миозиновых нитей при этом не меняется! Источником энергии для мышечного сокращения служит энергия, выделяемая при расщеплении АТФ.

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 3.** Некоторые виды млекопитающих холодную зиму переживают в состоянии длительной спячки. Какие приспособления (в поведении, строении, внешнем облике, а также, что важно, физиологии) выработались у таких видов для осуществления спячки? Приведите как можно больше примеров таких видов (из разных систематических групп) и их адаптаций к зимней спячке.

*Ответы:*

Основные особенности:

а) поиск подходящих естественных убежищ или постройка собственного тёплого убежища (берлога, нора) на время спячки

б) накопление большого слоя подкожного жира с осени на всё время зимовки

в) способность использовать любые доступные и массовые корма (в основном, растительные) для создания зимовочных жировых запасов (напр., зимоспящие хищники медведи, енотовидные собаки и барсуки осенью потребляют большое количество плодов и семян)

г) способность резко снижать скорость обмена веществ

д) накопление особого типа жира – бурого жира, с очень большим содержанием митохондрий, для быстрого разогрева жизненно важных органов (сердце, лёгкие) при выходе из спячки

Примеры зимоспящих видов:

Бурые и гималайские медведи

Барсуки

Енотовидные собаки

Ежи

Сурки

Суслики

Сони

Тушканчики

Летучие мыши

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 4.** Среди хищных млекопитающих есть хищники, поджидающие свою добычу в засаде, а есть те, которые предпочитают устраивать погони за своими жертвами. Как вы думаете, какие особенности свойственны хищникам-засадчикам, а какие – хищникам-загонщикам? По возможности, приведите примеры тех и других видов.

*Ответы:*

Хищники-засадчики:

очень чуткий слух

маскирующая окраска (пятна, полосы)

отсутствие пахучих желёз на коже и очень слабый запах тела

как правило, очень длинные клыки и когти (втяжные) для умерщвления жертвы с первого удара

Примеры: Большая часть кошачьих

Хищники-загонщики:

хорошие лёгкие и сильная мускулатура конечностей для длительного бега

более вытянутая лицевая часть черепа для лучшего захвата жертвы

невтяжные, сильные и короткие когти для лучшего сцепления с грунтом при беге

очень часто – социальный образ жизни для возможности коллективной охоты

Примеры:

многие псовые

некоторые кошачьи – гепард

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 5.** В аквариуме живет золотая рыбка. Вам стало интересно, различает ли золотая рыбка разные цвета (например, синий и желтый). Предложите подробную схему эксперимента, который позволил бы это проверить.

*Ответы:*

Ответ на данный вопрос требует творческого подхода. Правильный ответ может содержать самые разные схемы эксперимента.

**В классическом варианте** эксперимент, который позволит проверить, различает ли рыбка цвета, должен быть основан на выработке и угашении инструментального условного рефлекса. У золотых рыбок условные рефлексы образуются достаточно быстро. Кроме того, они любопытны и прожорливы, поэтому активно взаимодействуют с экспериментатором.

Например, можно взять привязать к нитке бусину синего цвета и опустить ее в аквариум. Любопытная рыбка попытается захватить бусину ртом, будет «клевать» ее. Подкрепим ее действие с помощью пищи – дадим одного мотыля. Через некоторое время условный рефлекс будет выработан. Как только мы опускаем бусину, рыбка подплывает и «клюет» ее. Теперь опустим 2 бусины разного цвета: одну синюю, другую желтую. Рыбка будет «клевать» обе бусины в случайном порядке. Когда она будет «клевать» синюю, мы всегда даем ей мотыля, когда желтую - не даем. Если рыбка способна различать эти цвета, через некоторое время выработается дифференцировка, и рыбка будет «клевать» только синюю бусину. Естественно, что бусины надо менять местами, и опускать в разных местах аквариума. В противном случае рыбка запомнит не цвет, а то место, где ее кормят.

Можно предложить много вариантов данного эксперимента, например, с двумя одинаковыми бусинами и цветными карточками, которые прикладывают к стеклу аквариума.

**Еще одна схема эксперимента (без бусин):**

Снаружи к стеклу аквариума прикладывают несколько цветных карточек синего и желтого цветов и внимательно следят за рыбкой. Как только рыбка подплывает к любой карточке синего цвета, ей кидают одного мотыля. Если рыбка оказывается напротив карточек желтого цвета, ее не кормят. После того, как рыбка будет уверенно подплывать только к карточкам синего цвета, положение желтых и синих карточек меняют. Если рыбка способна различать эти цвета, то через некоторое время выработается дифференцировка, и рыбка сразу будет подплывать к карточкам синего цвета, где бы они не находились.

Однако следует проверить ещё одну гипотезу. Ведь рыбка может отличать синюю бусинку от жёлтой просто потому, что синяя темнее жёлтой. Это может быть не связано с цветоразличением. Поставим такой же эксперимент с двумя серыми бусинками, одна из которых темнее, а другая светлее. Эти серые бусинки должны отличаться по яркости примерно так же, как синяя и жёлтая. Если рыбки тут же начнут схватывать тёмную, значит, их реакция основана не на различении цвета, а на сопоставлении светлого и тёмного. Если же серые бусинки вызовут у них меньше интереса, чем цветные, то это и будет показателем того, что рыбки различают именно цвета.

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 6.** Споры и пыльца высших растений снаружи покрыта спорополленином. Это чрезвычайно инертное химическое вещество. Спорополленин не смачивается водой, т.е. это гидрофобное соединение, не разрушается и не окисляется даже в самых агрессивных химических соединениях, например, в «Царской водке», в которой растворяется даже золото. Для чего это нужно самому растению? Как данное свойство спорополленина (и оболочки из него состоящей) может быть использовано человеком?

*Ответы:*

Растению это нужно, чтобы содержимое крошечного пыльцевого зерна (или споры) не высохло, пока находится в воздухе. В самом общем варианте ответа – это защитная функция.

Раз спорополленин инертен, он длительное время сохраняется, практически не меняясь. В почве, в торфе, и даже в угле и нефти.

Применение:

В геологии и палеоботанике: благодаря этому мы можем узнать, какие растения росли в прошедшие геологические эпохи.

Также эти знания помогают нам в реконструкции климата, поскольку по пыльце можно проследить изменение флоры во времени.

В археологии: узнаем, что росло вокруг той или иной стоянки древнего человека, или каковы были культурные растения.

В криминалистике. Практически на любом материале мы можем найти пыльцу и определить, к какому виду растений она относится, определить откуда происходит данный образец, и когда он был собран (приехал и проч.).

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 7.** У некоторых растений в течение вегетационного периода могут происходить изменения окраски цветков или листьев. Приведите примеры таких растений. Когда это происходит? Какие пигменты участвуют при изменении окраски цветков? Какие - в листьях? Объясните, как это происходит?

*Ответы:*

Примеры и причины:

Окраска цветков - медуница, гортензия. Изменение окраски листьев - листопадные растения средней полосы (клен, береза, рябина и др.). Хвойные - при отмирании листьев. Цветки и листья - при некоторых заболеваниях.

Изменение окраски цветков происходит в процессе раскрытия цветка из бутона (возможно, изменение окраски венчика после опыления).

Изменения окраски цветков и листьев может происходить при пересадке на новый тип почвы (более кислая или щелочная) или внесения удобрения (например, минеральные удобрения изменяют состав солей, микроэлементов), загрязнение среды обитания тяжелыми металлами.

Изменение окраски листьев перед отделением листьев от побега в конце периода вегетации.

Изменение окраски листьев при переходе к стадии цветения (бромелиевые, молочайные).

Изменения в результате мутаций.

Сильное изменение уровня освещенности.

Пигменты и механизмы:

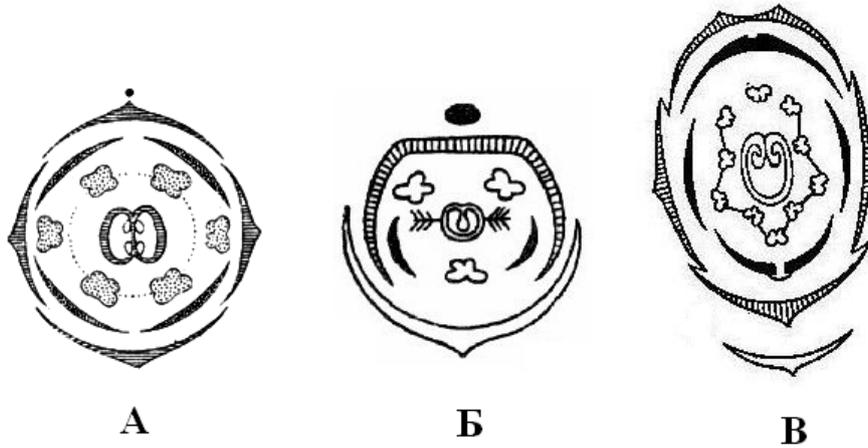
В цветках - антоцианы, в листьях - хлорофилл и каротиноиды.

В цветках - изменение кислотности в вакуолях (с кислой на слабо щелочную). Доступность ионов металлов (например, алюминия) - пигмент меняет цвет (красно-розовый - голубой).

В листьях - снижается или полностью прекращается синтез хлорофиллов (зеленого пигмента), а уже существующий разрушается и становится видно каротиноиды (оранжевый и желтый цвета).

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 8.** Для представителей каких семейств характерны диаграммы цветков, приведенные на рисунке? Напишите формулу цветка. Приведите по одному примеру растений с такими цветками. Какие из них однодольные, а какие - двудольные?



*Ответы:*

А - крестоцветные, Б - злаки, В – бобовые

А - Ч4 Л4 Т (4)+2 П2

Б - О (2)+2 Т3 П1

В - Ч(5) Л5 Т (9+1) П1

А - капуста, Б - тимофеевка, В - горох

А и В - двудольные, Б - однодольное.

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 9.** Обучение – это жизненноважные изменения поведения, возникающие вследствие индивидуального опыта животного. Как Вы думаете, какой вариант обучения среди животных является более эффективным: с положительным или с отрицательным подкреплением? Приведите конкретные примеры обучения в природе и в неволе (с указанием вида или систематической категории животных) и объясните в каждом из этих случаев, почему тот или иной вариант подкрепления, с Вашей точки зрения, более эффективен? А какое подкрепление Вы считаете более эффективным в обучении человека?

*Ответы:*

Существующие формы обучения:

1. **привыкание** (слабый повторяющийся стимул вызывает ослабление ответа – изменения на уровне рефлекторной дуги) – например, ползущая улитка со временем прячется в домик медленнее при повторяющихся лёгких сотрясениях поверхности, по которой она ползёт
2. **сенситизация** (сильный повторяющийся стимул вызывает усиление ответа – тоже на уровне рефлекторной дуги) – например щекотка (человек становится «дёрганым» при повторении воздействия)
3. **условный рефлекс по Павлову** (возникает ассоциация между условным и безусловным раздражителем, стимулами-предметами)
4. **инструментальное обучение** (обучение «методом проб и ошибок», возникает ассоциация между своим действием и следующим за ним внешним воздействием – часто используется в дрессировке животных)
5. **аверсия** (избегание в результате однократного сильного отрицательного воздействия - например, пищевое отравление)
6. **импринтинг** (запечатление – например, на родителя, на место рождения, на образ будущего полового партнёра – форма раннего обучения, имеет «чувствительный» период, долго хранится в памяти)
7. **латентное или исследовательское обучение** (предварительное ознакомление с обстановкой облегчает решение будущей задачи)
8. **обучение посредством наблюдения** (за сородичем – у социальных животных, преимущественно птиц и млекопитающих)
9. **инсайт** (неожиданное, непредсказуемое верное решение проблемы)

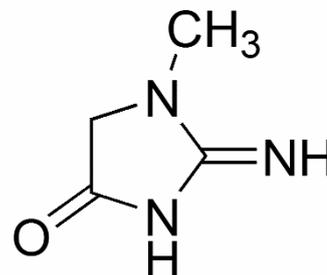
Считается, что при обучении более эффективным является положительное подкрепление. Животное предрасположено искать некоторые стимулы для реализации своих определённых физиологических потребностей (у животного есть поисковая мотивация). Поэтому **при наличии мотивации** положительное подкрепление будет эффективней. Если мотивации нет, то вопрос об эффективности самого обучения в принципе спорный, вне зависимости от наличия подкрепления. Для человека при обучении в школе это также верно – нужно создавать предварительную мотивацию, чтобы произошло эффективное обучение.

Но есть и ситуации, где важнее быстро реагировать на неблагоприятные жизненно опасные воздействия. Тогда эффективным будет и отрицательное подкрепление. Например, пищевое отравление и обучение на неприятный стимул, его вызвавшее (аверсия).

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*

**ЗАДАНИЕ 10.** Креатинин - конечный продукт белкового обмена. Образуется в ходе креатин-фосфатной реакции в цикле обеспечения энергией мышечной работы. Продукция креатинина в организме стабильна и зависит от объема мышечной массы. Образуясь в мышцах, креатинин выделяется в кровь и выводится из организма с мочой.

Благодаря своей малой массе креатинин очень хорошо фильтруется в боуменову капсулу в нефроне. Отличительной особенностью креатинина является отсутствие обратного всасывания из канальца нефрона в кровь. То есть в мочу попадает практически весь креатинин, поступивший в нефрон из крови в ходе фильтрации. Если сдать анализы крови и мочи на креатинин вместе, то затем по креатинину можно оценить фильтрационную способность почек.



Рассчитайте скорость клубочковой фильтрации (мл/мин) по креатинину, если концентрация креатинина в плазме крови равна 0,01 мг/мл, объем мочи равен 150 мл за 2 часа наблюдения, а концентрация креатинина в моче равна 0,8 мг/мл.

*Ответы:*

#### **РЕШЕНИЕ (Вариант 1):**

Скорость клубочковой фильтрации (СКФ, мл/мин) – это то количество плазмы и растворенных в ней низкомолекулярных компонентов, которые переходят из кровотока в боуменову капсулу (капсулу нефрона) за 1 минуту. Далее в канальцах петли Генле происходит реабсорбция воды и многих веществ (глюкозы, многих ионов и других веществ, но креатинин не реабсорбируется, потому он и используется для оценки СКФ). Для расчета надо получить количество вещества, которое перешло в просвет боуменовой капсулы, и, зная концентрацию этого вещества в плазме крови, перейти к искомому объему.

$$\text{СКФ} = V / t \text{ (мл/мин)}$$

$$C \text{ в плазме крови} = 0,01 \text{ мг/мл}$$

$$C \text{ в моче} = 0,8 \text{ мг/мл}$$

$$V \text{ мочи} = 150 \text{ мл}$$

$$t = 2 \text{ часа (120 мин)}$$

---

Рассчитаем массу креатинина в моче:  $m = C \times V$

$$m = 0,8 \text{ мг/мл} \times 150 \text{ мл} = 120 \text{ мг}$$

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

$$V = 120 \text{ мг} / 0,01 \text{ мг/мл} = 12000 \text{ мл крови}$$

Рассчитаем СКФ (мл/мин):

$$\text{СКФ} = V / t = 12000 \text{ мл} / 120 \text{ мин} = 100 \text{ мл/мин}$$

**ОТВЕТ:** СКФ = 100 мл/мин

### **РЕШЕНИЕ (Вариант 2):**

Для расчета надо получить количество вещества, которое перешло в просвет боуменовой капсулы за единицу времени, и, зная концентрацию этого вещества в плазме, перейти к расчету скорости.

$$\text{СКФ} = V / t \text{ (мл/мин)}$$

$$C \text{ в плазме крови} = 0,01 \text{ мг/мл}$$

$$C \text{ в моче} = 0,8 \text{ мг/мл}$$

$$V \text{ мочи} = 150 \text{ мл}$$

$$t = 2 \text{ часа (120 мин)}$$

---

За 1 минуту в просвет боуменовой капсулы переходит:

$$(0,8 \text{ мг/мл} \times 150 \text{ мл}) / 120 \text{ мин} = 1 \text{ мг/мин}$$

Рассчитаем скорость клубочковой фильтрации:  $V = m / C$

$$V = 1 \text{ мг/мин} / 0,01 \text{ мг/мл} = 100 \text{ мл/мин}$$

*максимальное количество баллов за ответ: 10 баллов*