

**Олимпиада школьников СПбГУ по МЕДИЦИНЕ.
2022 - 2023 учебный год. Заключительный этап.
10-11 классы**

Для выполнения заданий заключительного этапа необходимы знания по зоологии, анатомии, физиологии, биохимии, иммунологии, общей биологии. Участники должны уметь производить расчёты. Главное – творческий подход к ответам на вопросы, умение мыслить логически и находить ответ в самом задании.

Задание 1. *За правильное решение и ответ 16 баллов*

Вы врач-анестезиолог, обеспечивающий анестезиологическое пособие во время операции. Для общей анестезии (наркоза) используется препарат «Пропофол», выпускаемый в виде эмульсии с концентрацией 10 мг/мл. Вначале необходимо выполнить вводную анестезию. Для этого используется дозировка препарата 2 мг/кг массы тела. Препарат вводят внутривенно дробно, по 20 мг каждые 10 минут. После ввода пациента в наркоз необходима поддерживающая доза анестетика для внутривенного непрерывного введения через инфузомат со скоростью 8 мг/кг/час. Масса тела пациента – 80 кг. Рассчитайте, сколько инъекций препарата и какого объёма (в мл) потребуется для внутривенной анестезии, а также сколько миллилитров препарата потребуется ввести для поддержания анестезии за всё время операции (1,5 часа)? В ответе приведите формулы расчёта.

Решение.

Для вводной анестезии рассчитаем общую дозировку по массе тела пациента:

$2 \text{ мг/кг} \times 80 \text{ кг} = 160 \text{ мг}$. Так как препарат вводится дробно, определим необходимое число введений: $160 \text{ мг} : 20 \text{ мг} = 8$ введений препарата.

Чтобы определить объём каждой инъекции, зная, что концентрация раствора 10 мг/мл, составим пропорцию:

10 мг содержится в 1 мл

20 мг в X мл

$$X = 20 \text{ мг} \times 1 \text{ мл} : 10 \text{ мг} = 2 \text{ мл}.$$

Таким образом, для вводной анестезии нам необходимо выполнить 8 инъекций пропофола по 2 мл каждая.

Для поддерживающей анестезии используется дозировка 8 мг/кг/час. Рассчитаем часовую дозу препарата: для пациента 80 кг потребуется $80 \times 8 = 640$ мг в час. Таким образом, для 1,5-часовой операции необходимо $640 \times 1,5 = 960$ мг пропофола.

Определим объём пропофола:

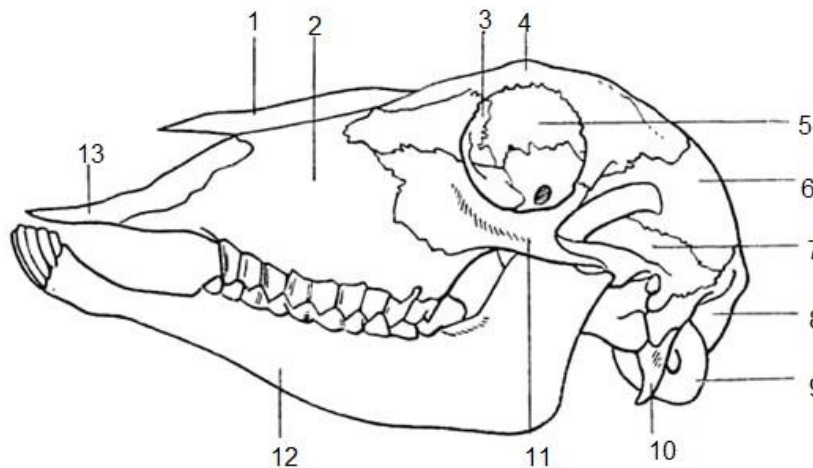
10 мг содержится в 1 мл

960 мг в X мл

$$960 \text{ мг} \times 1 \text{ мл} : 10 \text{ мг} = 96 \text{ мл пропофола}.$$

Ответ: для вводной анестезии 8 инъекций по 2 мл, для поддерживающей 96 мл пропофола.

Задание 2. За правильный и развернутый ответ 18 баллов



Занимаясь в школьном кружке при кафедре зоологии позвоночных, ученик нарисовал череп животного.

Вопросы:

1. Расставьте обозначения костей и других структур черепа на рисунке.
2. Это изображение черепа хищника, травоядного или всеядного животного? Обоснуйте ваш ответ, опираясь на особенности строения костей черепа.
3. В чем разница в строении зубов и челюстей у травоядного и хищного животного?
4. Опишите особенности питания этого животного и особенности строения пищеварительного тракта.
5. Какое поле зрения у этих животных: общее или стереоскопическое.

Ответ:

1. 1 – носовая кость, 2 – верхняя челюсть, 3 – слезная кость, 4 – лобная кость, 5 – глазница, 6 – теменная кость, 7 – чешуйчатая кость (чешуя височной кости), 8 – затылочная кость, 9 – барабанная часть каменистой кости, 10 – сосцевидная кость (сосцевидная часть), 11 – скуловая кость, 12 – нижняя челюсть, 13 – межчелюстная кость
2. На рисунке изображён череп травоядного животного. Больше развит лицевой отдел черепа; глаза по сторонам головы, замыкание глазниц сзади путем соединения лобных костей со скуловыми дугами, что увеличивает прочность челюстных суставов. На челюстях отсутствуют клыки, имеется диастема (пространство между резцами и предкоренными зубами), резцы есть только на нижней челюсти
3. Первоначально зубы служили для защиты, но в ходе эволюции за ними закрепилась другая функция – первичная обработка пищи. Зубы стали важным эволюционным приобретением, с их появлением рацион животных стал более разнообразным. Резцы нужны при любом способе питания, поэтому резцы есть у всех млекопитающих, но все же у травоядных они играют более важную роль. У жвачных только нижние резцы. Клыки предназначены для отрывания кусков пищи. Чаще всего это приходится делать с мясом, поэтому у хищников клыки более развиты, чем у травоядных. Клыки хищников довольно длинные и острые, у травоядных же они либо напоминают по форме резцы, либо вообще отсутствуют. Коренные зубы (моляры и премоляры) служат для пережевывания пищи. Хищники пережевывают пищу очень слабо, поэтому коренных зубов у них меньше, чем у травоядных. У некоторых травоядных (например, у коров и лошадей) коренные зубы отделены от других зубов диастемой – непропорционально большим промежутком. Твердую зубную эмаль могут разрушить некоторые химические вещества, особенно много таких веществ в растительной пище, поэтому у травоядных слой эмали (по бокам зубов) более мощный, чем у хищников. На коренные зубы травоядных ложится большая нагрузка, они стираются и поэтому растут в течение всей жизни.

4. Растительноядные животные питаются главным образом травами. В пищу им годятся многие растения и травы, включая сорняки и колючки. Лучшие всего идут в пищу растения, произрастающие на степных пастбищах (в том числе и на засушливых), а также на горных склонах. Они также питаются травами, фруктами, овощами, корнями и луковицами, которые обладают фотосинтетической энергией. Травоядные являются частью пищевой цепочки. Пищеварительная система травоядных и хищников отличается. У хищников одна камера желудка и простой кишечник. Объем желудка у травоядных меньше, чем у плотоядных примерно в 2 раза. У травоядных мб несколько камер желудка (это обычно жвачные животные). Рубец содержит простейшие и микроорганизмы. Из сетки пища отрыгивается в рот и пережевывается, снова проглатывается и поступает в книжку и сычуг. Сложное развитие преджелудков позволяет развиваться микрофлоре, участвующим в процессах пищеварения и симбиоза с основным хозяином. У травоядных гораздо более длинный пищеварительный тракт: тонкая кишка в 10-12 раз больше длины тела; толстый кишечник (длина толстой кишки мб 50% от всего кишечника) населяет симбиотическая микрофлора, способствующая брожению пищи. Толстый кишечник и слепая кишка развиты хорошо. Растительные клетки более жесткие, целлюлоза клеточных стенок очень плохо переваривается. Особые бактерии помогают переваривать растительную пищу. Также в пищеварении участвует желчь и ферменты поджелудочной железы.

5. У травоядных горизонтальный зрачок, обеспечивающий большое поле общего зрения, но малое стереоскопическое (бинокулярное). Общее поле зрения включает все точки пространства. Это необходимо, чтобы быстро увидеть приближающегося хищника. Бинокулярное зрение возникло в процессе эволюции, позволяет видеть предметы в пространстве, объемное изображение. У хищников глаза всегда впереди головы, что обеспечивает им широкий угол зрения по вертикали.

Задание 3. За правильный и полный ответ 14 баллов

Метаболизм алкоголя в организме осуществляется тремя ферментативными системами – алкогольдегидрогеназой, системой цитохрома P450 и каталазой. В результате образуется продукт - ацетальдегид, который ингибирует 1-й комплекс дыхательной цепи митохондрий.

Вопросы:

1. Объясните, к каким нарушениям приводит такое ингибирование.
2. Какие компенсаторные реакции возможны при отравлении ацетальдегидом?
3. Какой класс веществ начинает использоваться в организме человека, злоупотребляющего алкоголем, в качестве источника энергии?
4. Перечислите функции дыхательной цепи.
5. Объясните, почему у больных алкоголизмом страдают клетки головного мозга. Какие функции выполняют основные классы веществ в клетках головного мозга?

Ответы:

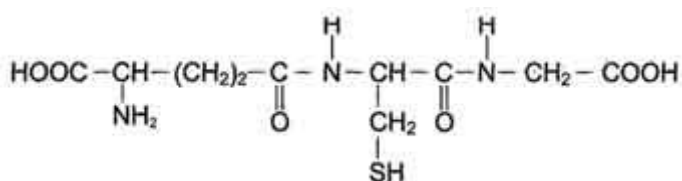
- 1) Ингибирование 1-го комплекса дыхательной цепи митохондрий приводит к снижению синтеза АТФ в аэробных условиях.
- 2) Компенсаторные реакции: увеличение окисления веществ через второй комплекс дыхательной цепи (реакции метаболизма, идущие с образованием ФАД₂H). Повышение анаэробного окисления глюкозы.
- 3) Начинают использоваться липиды и высшие жирные кислоты.

4) *Функции дыхательной цепи: синтез АТФ, теплопродукция, образование эндогенной воды.*

5) *Мозг страдает из-за недостатка АТФ (аэробное образование АТФ при алкоголизме снижено) и ацидоза, вызванного увеличением анаэробного окисления, которое приводит к накоплению лактата. Углеводы (глюкоза) – основной источник энергии; липиды – структуры клеточных мембран, сфинголипидов много в нервной ткани, участие в проведении нервного импульса, белки (аминокислоты) – структурные компоненты клеток, ферменты, рецепторы, из них образуются нейромедиаторы, гормоны*

Задание 4. *За правильный ответ 12 баллов*

Электрофорез – метод разделения заряженных частиц в электрическом поле. На подвижность молекул влияют масса молекулы, ее форма, заряд, а также рН буферного раствора, его температура, характеристики электрического поля.



Вопросы:

- 1) Подумайте, какой заряд будет иметь пептид в щелочной среде (рН>7,0). К какому полюсу – катоду (-) или аноду (+) он будет перемещаться? Ответ обоснуйте.
- 2) Что вы знаете об использовании электрофореза в медицинской практике?

Ответ:

1) *Заряд пептида отрицательный. Двигается к аноду (+). В щелочной среде наблюдается избыток ОН групп и недостаток Н⁺. Поэтому происходит диссоциация карбоксильных групп с образованием СОО⁻ групп, а аминогруппа остается без изменений - не протонируется. Следовательно, заряд пептида отрицательный. Поэтому он перемещается при электрофорезе к аноду (+).*

2) *Электрофорез применяется для введения лекарственных средств в слизистые оболочки (в стоматологии, отоларингологии, гинекологии и др.) и влияет на физиологические и патологические процессы непосредственно в месте введения. Разделение белков сыворотки и мочи, гемоглобина на фракции применяется для диагностики заболеваний*

Задание 5. *За правильный ответ 10 баллов*

Горные породы, используемые в строительстве зданий, в том числе мраморизованные известняки, часто содержат в себе остатки ископаемых организмов. Установите соответствие между окаменелостями, обнаруженными на стенах Московского и Петербургского метрополитена и их названием. Пример ответа: А2 Б4 В3 Г1....

Окаменелости: 1 - Брахиопод 2 – Гастроподы 3 – Наутилусы 4 – Аммонит 5 - Морская лилия

Ископаемые организмы (см. в таблице)



Ответ:

Правильные ответы - А3, Б1, В4, Г5, Д2

Задание 6. За полный и развернутый ответ 20 баллов

Прочитайте отрывок.

«...Да! Это была собака огромная, чёрная, как смоль. Но такой собаки ещё никто из нас, смертных, не видывал. Из её отвёрнутой пасти вырывалось пламя, глаза метали искры, по морде и загривку переливался мерцающий огонь. Ни в чьём воспалённом мозгу не могло возникнуть видение более страшное, более омерзительное, чем это адское существо, выскочившее на нас из тумана... Его огромная пасть всё ещё светилась голубоватым пламенем, глубоко сидящие дикие глаза были обведены огненными кругами. Я дотронулся до этой светящейся головы и, отняв руку, увидел, что мои пальцы тоже засветились в темноте». (Артур Конан Дойль. «Собака Баскервилей»)

Вопросы:

1. О каком веществе идёт речь? Укажите физиологическую роль этого вещества в организме человека.
2. В каких органах и в каком виде он запасается?
3. Какие гормоны регулируют его уровень в плазме крови? Объясните эффект действия каждого гормона в тканях-мишенях организма.
4. С какими продуктами поступает это вещество в наш организм?

Ответы

1. Это вещество - фосфор. Функции фосфора в организме: участие в формировании костей и зубов. В состав зубной эмали входит фторapatит. Фосфор в виде фосфолипидов является основным структурным компонентом клеточных мембран. Необходим для роста и регенерации всех тканей и клеток организма. Помогает снизить боль в мышцах после тяжелой тренировки. Фосфор в виде фосфорилированных соединений, таких как аденозинтрифосфат (АТФ) и креатинфосфат играет исключительно важную роль в обмене энергии и веществ в организмах. Эти фосфорилированные соединения в первую очередь известны как универсальный источник энергии для всех биохимических процессов, протекающих в живых системах. Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), отвечающие за хранение и передачу генетической информации, имеют длинные цепи фосфат-содержащих молекул. Фосфор способствует поддержанию нормального кислотно-щелочного баланса.
2. Около 70% общего фосфора в плазме крови входит в органические фосфолипиды, около 30% - представлено неорганическими соединениями (10% соединения с белком, 5% комплексы с кальцием или магнием, остальное – анионы ортофосфата). Основные депо фосфора: кости, зубная эмаль, печень, мышцы, мозг. Большая часть фосфора (85-90%) находится в костях и зубах, остальное – в мягких тканях и жидкостях.
3. Регулируют уровень фосфора в крови: паратиреоидный гормон (ПТГ), кальцитонин КТ) и кальцитриол, образующийся в почках из витамина D₃. ПТГ является ведущим гормоном, регулирующим выведение кальция и фосфатов почками. Он снижает реабсорбцию фосфата. Развивающаяся фосфатурия приводит к снижению концентрации фосфат-анионов в крови, что в свою очередь способствует мобилизации неорганического фосфата из кости и переходу его в кровь. Т.к. в костях фосфат связан с кальцием, то его мобилизация вторично приводит к освобождению ионов кальция и увеличению его

концентрации в крови. Паратгормон действует также и на кишечник, где увеличивает всасывание кальция и фосфора. КТ вырабатывается парафолликулярными клетками щитовидной железы. Он вызывает снижение фосфата в крови. В костной ткани гормон снижает число и активность остеокластов замедляет процесс спонтанной резорбции и мобилизации кальция, стимулируя, наоборот, образование фосфорно-кальциевых комплексов. В почке млекопитающих кальцитонин оказывает кальцийуретическое и фосфатуретическое действие за счет подавления реабсорбции обоих ионов в дистальном отделе нефрона. Таким образом, уменьшение поступления кальция и фосфата из кишечника, костной ткани и усиленное выведение их почками приводит к снижению концентрации ионов в плазме крови. Кальцитриол, образующийся в почках из витамина D₃ увеличивает всасывание фосфатов в кишечнике. В почках витамин D₃ увеличивает реабсорбцию кальция и фосфата, способствуя их возвращению в кровь. Т.о., под влиянием витамина D₃ уровень кальция и фосфатов в крови повышается.

	<u>Паратгормон</u> <u>прищитовидных</u> <u>желез</u>	<u>Кальцитонин</u> <u>щитовидной</u> <u>железы</u>	<u>Витамин D₃</u>
КОСТЬ	активация остеокластов, повышение уровня кальция и фосфатов в крови	угнетение остеокластов, отложение кальция в кости	минерализация костей скелета, повышенные уровни наоборот приводят к вымыванию кальция и фосфатов
ПОЧКИ	стимуляция обратного всасывания кальция, усиление выведения фосфатов с мочой, активация синтеза витамина D	усиление выведения кальция с мочой, снижение выведения фосфатов	повышение выведения кальция и фосфатов
КИШЕЧНИК	усиление всасывания кальция и фосфатов	-	стимуляция всасывания кальция и фосфатов

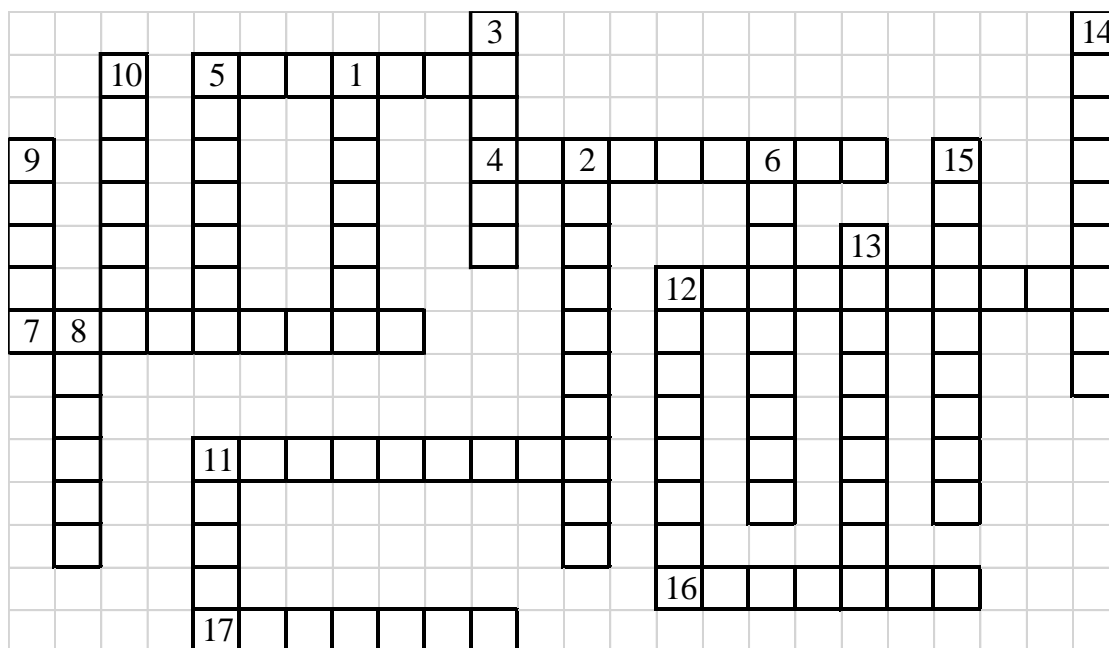
4. Наиболее важными источниками фосфора являются продукты с высоким содержанием белка (мясо, молоко, яйца, сыр), злаковые, семена тыквы, подсолнечника, кунжут, миндаль, фасоль. Также важным источником фосфора является рыба.

Задание 7. Решите кроссворд. За каждый правильный ответ 0,5 балла, всего 10 баллов за задание

По горизонтали: 4. Приспособление организма к внешним условиям в процессе эволюции, включая морфофизиологическую и поведенческую составляющие. 5. Скопления нервных клеток, состоящее из тел, дендритов, аксонов и глиальных клеток. 7. Врожденное отсутствие пигмента меланина. 11. Что находится внутри раковины моллюска? 12. Врач, специализирующийся на лечении, профилактике и косметологической коррекции ротовой полости человека. 16. Способность клеток избирательно прикрепляться друг к другу или к компонентам внеклеточного матрикса. 17. Воспаление желудка с преимущественным поражением слизистой оболочки.

По вертикали: 1. Центральный орган эндокринной системы, железа внутренней секреции (мозговой придаток), которую в старых русских учебниках называли пасть дракона. 2. Распространение семян ветром. 3. Водорастворимый фермент, катализирующий фракционирование, растворение и переваривание жиров. 5. Итальянский ученый, изучавший строение клетки и открывший в 19 веке комплекс в виде системы плоских

дисковидных замкнутых цистерн, функция которых синтезировать из моносахаридов более сложные олиго- и полисахариды. 6. Стадия клеточного деления цитоплазмы. 8. Шведский естествоиспытатель, создавший в 18 веке систему классификации растительного и животного мира. 9. Любая совокупность живых организмов на определенной территории. 10. Часть побега, служащая опорой растения и связывающая все части растения. 11. Основной орган растения, состоящий из стебля с расположенными на нем листьями и почками. 12. Периферический отдел зрительного анализатора, содержащий фоторецепторные клетки. 13. Процесс иммунной защиты организма от инородных тел, изученный И.Мечниковым. 14. Питание животных растительной пищей. 15. Одна из косточек, находящихся в среднем ухе человека.



Ответы:

По горизонтали: 4. Адаптация 5. Ганглии 7. Альбинизм 11. Перламутр 12. Стоматолог 16. Адгезия 17. Гастрит

По вертикали: 1. Гипофиз 2. Анемохория 3. Липаза 5. Гольджи 6. Цитокинез 8. Линней 9. Биота 10. Стебель 11. Побег 12. Сетчатка 13. Фагоцитоз 14. Фитофагия 15. Молоточек

Всего 100 баллов