

Время выполнения заданий — 240 минут.

Пишите разборчиво. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа, иначе дополнительный лист не будет проверен. Черновики не оцениваются.

Максимальное количество баллов — 100.

Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Внимательно прочитайте текст задания. Найдите ошибки, допущенные при постановке эксперимента. Перечислите их. В каждом случае аргументируйте свое решение.

Вася хотел стать врачом и решил для начала провести исследование показателей пульса и артериального давления у своих одноклассников, чтобы определить, нет ли среди них склонных к гипертензии или гипотензии. Так как на уроке делать это невозможно, Вася стал проводить измерения на переменах. Во вторник он с помощью автоматического тонометра определил показатели давления и пульса у 10 человек на большой перемене перед контрольной по математике, а у оставшихся 12 одноклассников смог это сделать в пятницу с помощью механического тонометра и секундомера: у 5 человек после первого урока, а у остальных после уроков, разыскивая их во дворе, где одни играли в футбол, а другие смотрели на них. Вася измерял у каждого одноклассника пульс и давление один раз, потому что времени и так было мало. Он записал показатели давления и пульса каждого одноклассника и сравнил их со средними возрастными нормами, которые нашел в медицинских справочниках. Одноклассников с давлением выше этих норм Вася диагностировал как гипертоников, ниже - как гипотоников.

Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Для полного развития одной личинке пчелы необходимо усвоить 26 мг белка, содержащегося в перге, сделанной пчелами из пыльцы. В пыльце содержится в среднем 25% белка, а усваивается из него около 70% (по А. Малаю, М.: Колос, 1979). Масса обножки в среднем 7 мг (обножка - это пыльца цветов, переносимая пчелами на задних лапках). Пчела совершает за день не более 10 вылетов. Какое минимальное число пчел должно трудиться в течение одного дня, чтобы заготовить корм для выкармливания одной личинки?

Задание №3 (14 баллов). Расчетная задача.

Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.

Кислородная емкость крови – это объём кислорода в мл, который может связать 100 мл крови. Она измеряется в объёмных процентах (% об.) Один грамм гемоглобина может связать 1,4 мл кислорода. Однако в реальных условиях только 97% гемоглобина

артериальной крови связывает кислород. Содержание гемоглобина в крови 140 г/л. Рассчитайте кислородную ёмкость артериальной крови.

Коэффициент утилизации кислорода – это процентное отношение доли кислорода, использованной тканями (разности концентраций кислорода в артериальной и венозной крови в % об.), к его концентрации в артериальной крови (в % об.). Рассчитайте этот показатель, если венозная кровь у человека, находящегося в покое, удерживает около 12% об. кислорода.

Во сколько раз увеличивается потребление кислорода тканями при физической нагрузке, если коэффициент утилизации кислорода при физической нагрузке составляет 60%?

В случае получения дробных значений можно округлять их до двух знаков после запятой

Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

Внимательно прочитайте текст, рассмотрите рисунок и выполните задания.

В физиологии термином "синапс" обозначают место контакта двух нейронов или нейрона и эффектора, например, мышечного волокна. Через синапс происходит передача сигнала между этими двумя контактирующими структурами. Существуют химические и электрические синапсы.

Химический синапс устроен следующим образом: в окончании аксона т.н. пресинаптического нейрона содержатся синаптические пузырьки, заполненные нейромедиатором. Нейромедиатор – это вещество, передающее сигнал между контактирующими нервными клетками. Мембраны пресинаптического нейрона и контактирующей с ним постсинаптической клетки разделены синаптической щелью шириной 10-50 нм.

Нервный импульс вызывает деполяризацию пресинаптической мембраны (деполяризация – это смена заряда: суммарный заряд на внутренней стороне мембраны на короткое время становится положительным). Деполяризация вызывает открывание кальциевых ионных каналов. Ионы кальция входят внутрь пресинаптического нервного окончания. Это вызывает слияние синаптических пузырьков с пресинаптической мембраной и высвобождение нейромедиатора в синаптическую щель (см. рисунок). Затем молекулы нейромедиатора диффундируют к постсинаптической мембране и связываются с рецепторами на ней. Эти рецепторы являются ионными каналами для ионов натрия и калия. Связывание медиатора с рецептором-каналом приводит его к открыванию и движению ионов по градиентам концентрации. Это приводит к локальной деполяризации мембраны и затем к возникновению постсинаптического потенциала действия.

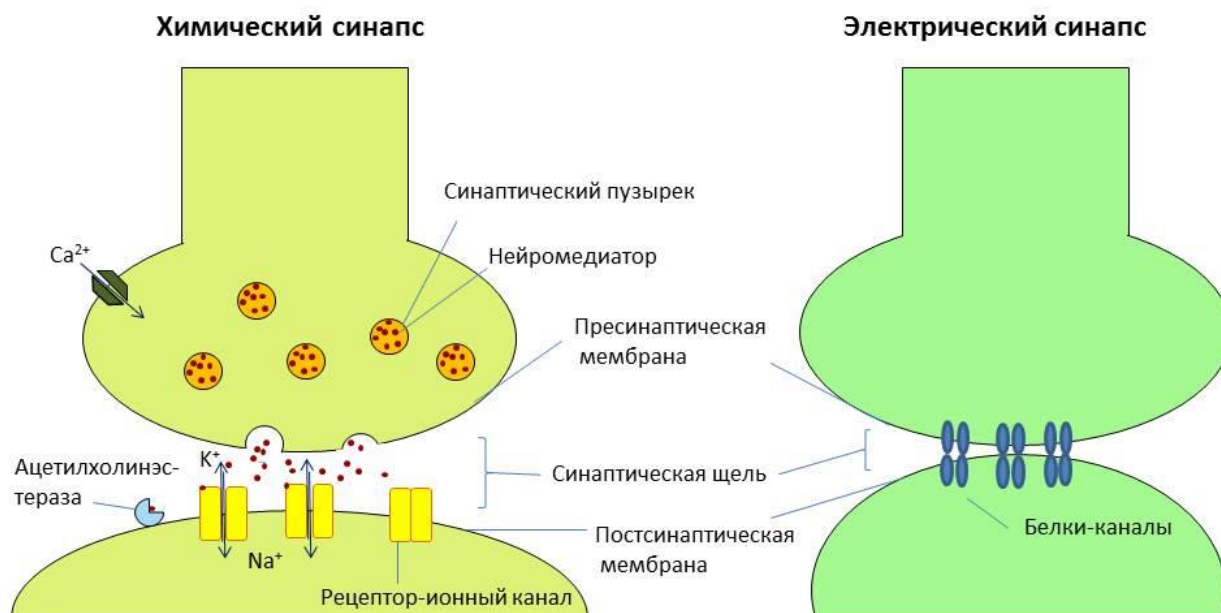
Особой разновидностью химических синапсов является соединение нервного окончания со скелетной мышцей. Нервный импульс, передающийся по пресинаптическому нейрону, приводит к сокращению мышцы. Нейромедиатором в этих синапсах является ацетилхолин. В синаптической щели находятся молекулы фермента ацетилхолинэстеразы, которая инактивирует ацетилхолин и тем самым останавливает сигнал к мышечному сокращению.

Некоторые соединения, например, фосфорорганические пестициды (карбофос и др.) и боевые отравляющие вещества инактивируют этот фермент. В результате время действия ацетилхолина удлиняется, что приводит сначала к избыточному возбуждению и клинически проявляется в виде затруднения дыхания, судорог и т.д.

Другие вещества, например, никотин, напоминают по строению ацетилхолин, могут связываться с его рецепторами в синапсах и запускать постсинаптический потенциал действия в отсутствие сигнала от пресинаптического нейрона. В высоких концентрациях никотин занимает все рецепторы. В результате происходит угнетение нервно-мышечной передачи, что приводит к судорогам, потере сознания и в тяжелых случаях к смерти.

Еще одно вещество, атропин, которое в малых дозах используют в офтальмологии, тоже связывается с ацетилхолиновыми рецепторами на постсинаптической мембране, но не активирует их, а на некоторое время перекрывает доступ к ним ацетилхолина, делая передачу сигнала невозможной. В офтальмологии атропин используют в виде глазных капель для расширения зрачка: благодаря прекращению иннервации сфинктера зрачка его мышцы расслабляются, и зрачок расширяется.

В электрическом синапсе везикулы с медиатором отсутствуют, ширина синаптической щели составляет лишь ~ 3 нм, так что между пресинаптической и постсинаптической мембранами образуются общие ионные каналы, по которым потенциал действия непосредственно передается от одного нейрона к другому.



Задания.

В каждом задании содержится не менее одного правильного ответа. Нужно выбрать все правильные ответы.

1. Выберите из предложенных вариантов верную последовательность передачи сигнала в химическом синапсе.

А. Деполяризация пресинаптической мембраны -открытие кальциевых ионных каналов - связывание нейромедиатора с рецепторами на постсинаптической мембране- выход нейромедиатора в синаптическую щель - открытие ионных каналов на постсинаптической мембране -возникновение постсинаптического потенциала действия

Б. Деполяризация пресинаптической мембраны -открытие кальциевых ионных каналов - выход нейромедиатора в синаптическую щель - связывание нейромедиатора с рецепторами на постсинаптической мембране- открытие ионных каналов на постсинаптической мембране -возникновение постсинаптического потенциала действия

В. Деполяризация пресинаптической мембраны -открытие кальциевых ионных каналов - связывание нейромедиатора с рецепторами на постсинаптической мембране- выход нейромедиатора в синаптическую щель - диффузия нейромедиатора к постсинаптической мембране- открытие ионных каналов на пресинаптической мембране -возникновение постсинаптического потенциала действия

2. Химические синапсы, в отличие от электрических синапсов:

- А. Осуществляют передачу сигнала с большей скоростью.
- Б. Содержат нейромедиатор.
- В. Осуществляют передачу нервного импульса за счет прямого контакта пресинаптической и постсинаптической мембраны
- Г. Менее устойчивы к действию нейротоксинов.

3. При воздействии карбофоса на электрические синапсы:

- А. Происходит увеличение скорости передачи сигнала.
- Б. Передача сигнала блокируется на несколько минут
- В. Скорость передачи сигнала не изменяется.

4. В плохо стерилизованных домашних консервах могут оставаться живые почвенные бактерии *Clostridium botulinum*, вырабатывающие смертельно опасный ботулотоксин. Ботулотоксин блокирует высвобождение ацетилхолина из синаптических пузырьков. Каким будет следствие действия ботулотоксина?

- А. Прекращение передачи нервных импульсов
- Б. Рост величины потенциала действия у постсинаптического нейрона
- В. Ослабление потенциала действия у пресинаптического нейрона
- Г. Непрерывная стимуляция постсинаптического нейрона
- Д. Ингибирование ацетилхолинэстеразы

5. Что является специфическим антидотом (противоядием) при отравлении человека карбофосом?

- А. Активированный уголь
- Б. Атропин
- В. Лактофильтрум

Г. Никотин

Д. Слабый раствор перманганата калия

Особенность заданий № 5- №7 - наличие большого числа решений. Помните, что чем больше разумных вариантов ответа Вы приведете, тем более высокой будет оценка.

ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!

Задание №5 (16 баллов). Какие приспособления к недостатку воды выработались у животных, обитающих в пустынях? Приведите как можно больше примеров поведенческих, морфологических и физиологических адаптаций и животных, их использующих.

Задание №6 (16 баллов). Существуют животные, достигающие взрослого состояния с метаморфозом или без него. Опишите преимущества и недостатки каждого варианта.

Задание №7 (16 баллов). Когда мы читаем словосочетание “сочный плод”, скорее всего мы представляем спелые яблоко, смородину или вишню - плоды, которые мы часто и с удовольствием употребляем в пищу. Производя вкусные и питательные для животных плоды, растения получают пользу - животные распространяют их семена. Однако у растений бывают сочные, но несъедобные (в том числе ядовитые) плоды. С чем это может быть связано? Приведите как можно больше вариантов ответа.