

Задания с ответами заочного тура Олимпиады по химии 2022-23 гг

1. Аммиачная селитра - это универсальное минеральное азотное удобрение выпускают в виде желтовато-белых гранул до 3,5 мм в диаметре, которые хорошо растворяются в воде.

Аммиачная селитра применяется в садоводстве и огородничестве как физиологически кислое удобрение для растений.

Действующее вещество этого удобрения играет важную роль в образовании хлорофилла – зеленого пигмента, отвечающего за осуществление растением фотосинтеза, а также участвует в синтезе белка, без которого невозможно развитие растения. Внесение аммиачной селитры способствует здоровому росту стеблей и листьев, делает цветение более долгим, положительно сказывается на качестве и количестве.

1. Укажите действующее вещество удобрения.
2. Почему аммиачная селитра является физиологически кислым удобрением для растений? Подтвердите ответ уравнениями реакций.
3. Какое химическое соединение добавляют к аммиачной селитре для корректировки кислой среды?
4. Рассчитайте, сколько действующего вещества аммиачной селитры будет внесено на поле 5 га, если удобрение было внесено в дозе 110 кг/га.

(15 баллов)

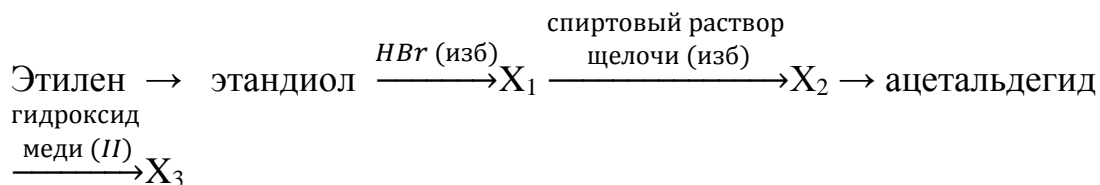
2. Ветеринар ввела молодому бычку внутривенно стерильный раствор сахарозы для компенсации потери жидкости на фоне высокого содержания кальция. Будет ли эффект от применения внутривенно и при отпаивании (перорально) одинаковым? Какой углевод будет обнаруживаться в моче при внутривенном и пероральном введении препарата? Приведите уравнения реакции.

(10 баллов)

3. В результате интенсивной фитнес-тренировки студент Иван израсходовал энергию, эквивалентную 270 г глюкозы. Учитывая определенные особенности организма Ивана, врачом –диетологом было установлено, что полному аэробному расщеплению подверглось только 50 % глюкозы. Остальная часть глюкозы подверглась расщеплению в ходе процесса брожения. Какое количество аденозинтрифосфорной кислоты в молях получил организм Ивана?

(15 баллов)

4. Напишите уравнения, соответствующие цепочке превращений



(15 баллов)

5. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора гидроксида кальция, приготовленного растворением 18,5 г препарата в 400 мл воды. Плотность полученного раствора равна 1,05 г/мл.

(15 баллов)

6. Сплав свинца и меди массой 300 г содержит 35% меди. Этот сплав был получен из двух других сплавов с содержанием меди соответственно 20% и 55%. Какую массу каждого сплава взяли?

(10 баллов)

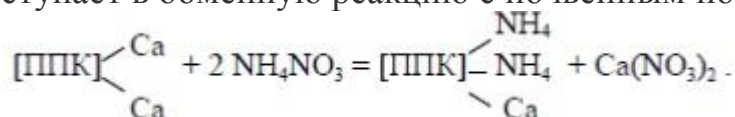
7. Вода играет важную роль в строении и метаболизме растений и животных, в промышленности, сельском хозяйстве, во всех процессах, протекающих в окружающей среде. Определение качества воды для использования в быту и производстве является необходимостью.

- 1) Опишите известные вам качественные и количественные методы определения качества питьевой воды в домашних условиях?
- 2) Подберите необходимые для анализа вещества, доступные в быту, напишите возможные уравнения реакций.
- 3) Какие вы знаете методы очистки воды? Приведите уравнения реакций.

(20 баллов)

Ответы на задания заочного

- 1) Аммиачная селитра (NH_4NO_3 , другие названия – нитрат аммония, азотнокислый аммоний, аммонийная соль азотной кислоты). Основное действующее вещество – азот. Его содержится в составе удобрения от 26% (низкие сорта), до 34,4% (высшие сорта).
- 2) При внесении в почву нитрат аммония растворяется почвенной влагой. Азот NH_4NO_3 поглощается микроорганизмами, а при их отмирании и минерализации становится доступным растениям. В почве аммоний вступает в обменную реакцию с почвенным поглощающим комплексом:



3) При недостатке кальция на кислых подзолистых почвах внесение аммонийной селитры приводит к подкислению почвенного раствора. Опытами Д.Н. Прянишникова установлено, что из раствора нитрата аммония быстрее поглощается катион NH_4^+ , чем NO_3^- . Поэтому нитрат аммония относится к физиологически кислым удобрениям.



5) На поле было внесено аммиачной селитры 110 кг/га. Определить количество действующего вещества.

$$D = N \cdot C / 100$$

$$D = 110 \cdot 34,5 / 100 = 37,95 \text{ кг/га дв.}$$

$$37,95 \cdot 5 = 189,75 \text{ кг}$$

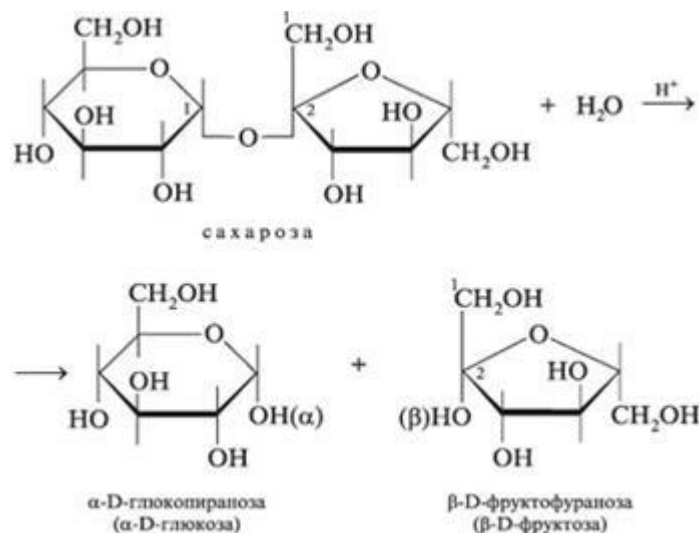
параллельно с ним нужно внести карбонат кальция из расчета 0,75 г на 1 г селитры

№ 2

Сахароза появится в моче, так как при внутривенном введении в тканях нет фермента, расщепляющего сахарозу, и она будет выведена из организма с мочой.

Сахароза – дисахарид, то есть состоит из двух моносахаридов – фруктозы и глюкозы. Попав в организм, сахароза быстро расщепляется на глюкозу и фруктозу. Фруктоза – самый сладкий из сахаров, в полтора раза слаще сахарозы и в три раза слаще глюкозы, добавлять ее выгоднее. Однако усваивается фруктоза совершенно иначе, чем глюкоза, которая является универсальным источником энергии для организма.

При пероральном введении сахароза гидролизуется до глюкозы и фруктозы по уравнению:





№ 3

1) Полному окислению подверглось: $1,5 \text{ моль} \cdot 50 \% : 100 \% = 0,75 \text{ моль}$ глюкозы. В ходе брожения использовано: $1,5 \text{ моль} - 0,75 \text{ моль} = 0,75 \text{ моль}$ глюкозы.

2) Суммарное уравнение аэробного дыхания:



Энергетический выход полного окисления 1 моль глюкозы составляет 38 моль АТФ, значит при полном окислении 0,75 моль глюкозы организм получает: $38 \cdot 0,75 = 28,5 \text{ моль АТФ}$.

3) В мышцах человека при дефиците кислорода протекает молочнокислое брожение:



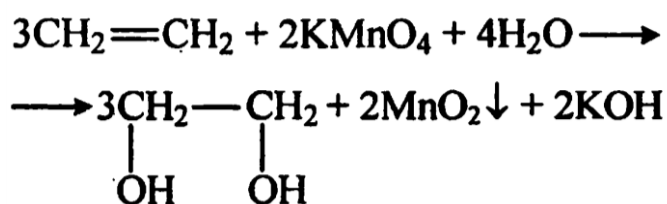
При расщеплении 1 моль глюкозы до молочной кислоты организм получает 2 моль АТФ. Следовательно, энергетический выход расщепления 0,75 моль глюкозы составляет 1,5 моль АТФ.

4) Найдем общее количество АТФ: $28,5 \text{ моль} + 1,5 \text{ моль} = 30 \text{ моль}$.

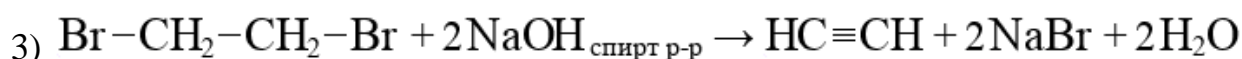
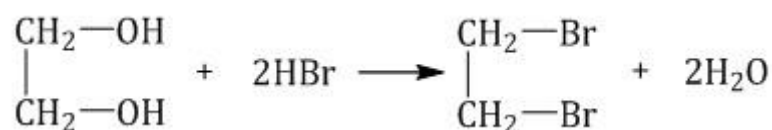
Ответ: организм смог получить 30 моль АТФ.

№ 4

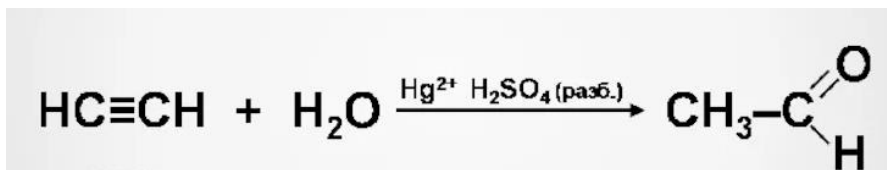
1)



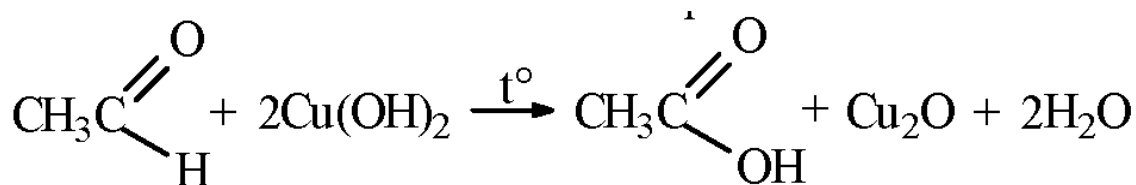
2)



4)



5)



©5t

№ 5

Эквивалентная масса $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в реакциях нейтрализации равна его молекулярной массе/2= 74/2=37 г/моль.

1. Рассчитаем массу полученного раствора:

$$400 + 18,5 = 418,5 \text{ г.}$$

2. Объем полученного раствора составляет

$$V = m/\rho; V = 418,5/1,05=398,57\text{мл} = 0,399 \text{ л.}$$

4. Определяем количество гидроксида кальция, растворенного в воде.

$$n_{\text{ЭКВ}} (\text{Ca}(\text{OH})_2) = m/M_{\text{ЭКВ}} = 18,5/37=0,5 \text{ моль}$$

5. Эквивалентная концентрация раствора гидроксида кальция равна

$$C_{\text{Н}} = n_{\text{ЭКВ}}/V = 0,5/ 0,399 = 1,25 \text{ н.}$$

№ 6

6. Сплав свинца и меди массой 300 г содержит 35% меди. Этот сплав был получен из двух других сплавов с содержанием меди соответственно 20% и 55%. Какую массу каждого сплава взяли?

Наименование веществ, растворов, смесей, сплавов	% содержание меди (доля содержания вещества)	Масса раствора (смеси, сплава)	Масса вещества
<i>Первый сплав</i>	$20\%=0,20$	$x\text{г}$	$0,2*x$
<i>Второй раствор</i>	$55\%=0,55$	$(300 - x)\text{г}$	$0,55*(300 -$

			$x)=165-0,55x$
<i>Получившийся раствор</i>	$35\%=0,35$	300 г	$300*0,35=105$

$$0,2x + 165 - 0,55x = 105$$

$$0,35x = 60$$

$X = 171,4$ первого сплава (меди 34,3 г)

Второго сплава 128,6 (меди 70,7 г)

№ 7

1) Определение цвета воды

Определить цвет воды. Чистая вода бесцветная, а если вода имеет оттенок, то это значит, что вода непригодна для питья. Присутствие в воде растворенного железа и марганца - такая вода первоначально прозрачна, но при отстаивании или нагреве приобретает желтовато - бурю окраску, что является причиной ржавчины подтеков на сантехнике. При повышенном содержании железа вода также приобретает характерный «железистый» привкус.

2) Определение запаха воды

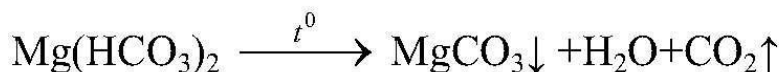
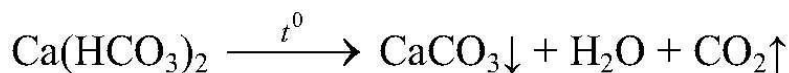
Необходимо определить запах воды. Для этого нужно будет нагреть воду до 50-60С, для этого нам понадобится термометр. Когда вода будет нагрета, при помощи вращательных движений определим запах .

3) **Определение РН-фактора воды** с помощью индикаторных лакмусовые бумажки, по изменению их цвета.

4) **Определение кислорода в воде**, наблюдение за водой в стеклянной емкости. На стенках ёмкости появились пузырьки, что означает наличие кислорода в воде, чем больше кислорода в воде, тем больше пузырьков .

5) **Наличие в воде органических примесей**. Определение в воде органических веществ. В каждый образец нужно добавить раствор перманганата калия (марганцовки), и если окраска останется прежней, значит, что органических веществ в воде не содержится.

6) **Определение жёсткости воды**. При воздействии высоких температур будут осажаться соли кальция и магния и будет образовываться накипью



Методы очистки воды при всем их многообразии можно подразделить на три группы: механические, физико-химические и биологические.

Механическая очистка применяется, прежде всего, для отделения твердых и взвешенных веществ. Наиболее типичными в этой группе являются способы процеживания, отстаивания, инерционного разделения, фильтрования и нефтеулавливания (как разновидность отстаивания).

Процеживание - первичная стадия очистки сточных вод - вода пропускается через специальные металлические решетки с шагом 5-25 мм, установленные наклонно. Периодически они очищаются от осадка с помощью специальных поворотных приспособлений.

Отстаивание происходит в специальных емкостях, которые по направлению движения воды делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные и комбинированные. Общими для них являются выход очищенной воды в верхней части отстойника и гравитационный принцип осаждения частиц, которые собираются внизу. Разновидностью отстойника являются песколовки, применяющиеся для выделения частиц песка в стоках литейных цехов, окалины - в стоках кузнечно-прессовых и прокатных цехов. Как правило, время нахождения воды в песколовках намного меньше, чем в отстойниках, где оно доходит до 1,5 часов (для сточных вод).

Инерционное разделение осуществляется в гидроциклонах, принцип действия которых аналогичен циклонам для очистки газов. Различают открытые и напорные гидроциклоны, причем первые имеют большую производительность и малые потери напора, но проигрывают в эффективности очистки (особенно от мелких частиц).

Фильтрование осуществляется чаще всего через пористые связанные или несвязанные материалы. Как правило, фильтры очищают воду от тонкодисперсных примесей даже при небольших концентрациях. Фильтроматериалы достаточно разнообразны: кварцевый песок, гравий, антрацит, частички металлов и др. Песчаные фильтры - основные очистители при водоподготовке. *Нефтеловушки* в самом простом исполнении представляют собой отстойники, в которых выход очищенной воды происходит снизу, а нефтяная пленка собирается сверху.

Физико-химическая очистка обеспечивает отделение как твердых и взвешенных частиц, так и растворенных примесей. Она включает множество разных способов, важнейшими из которых являются экстракция, флотация, нейтрализация, окисление, сорбция, коагуляция, ионообменные методы.

Экстракция - процесс разделения примесей в смеси двух нерастворимых жидкостей (экстрагента и сточной воды). Например, в специальных колонках (пустотелых или заполненных насадками) стоки смешиваются с экстрагентом, отбирающим вредные вещества: так бензолом удаляется фенол.

Флотация - процесс всплывания примесей (чаще всего маслопродуктов) при обволакивании их пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду. В некоторых случаях между пузырьками и примесями происходит реакция. Разновидность метода - электрофлотация, при которой вода дополнительно обеззараживается за счет окислительно-восстановительных процессов у электродов.

Нейтрализация - обработка воды щелочами или кислотами, известью, содой, аммиаком и т. п. с целью обеспечения заданной величины водородного показателя рН. Самый простой способ нейтрализации сточных вод - смешение кислых и щелочных стоков, если они имеются на предприятии.

Окисление - применяется как при водоподготовке, так и при обработке сточных вод для обеззараживания воды и уничтожения токсичных биологических примесей. Наиболее распространенный способ - хлорирование - чреват, как указывалось ранее, появлением диоксинов (особенно при вынужденном повышении дозы хлора летом или в период паводка, так называемом гиперхлорировании). Необходимо постепенно переходить на другие способы, например, на комбинацию озонирования и хлорирования. Озонирование - дорого и более кратковременного действия, но оно перспективнее. В настоящее время отрабатываются комбинации реагентов с ультрафиолетовой обработкой воды.

Сорбция, как и при обработке газовых выбросов, способна обеспечивать эффективную очистку воды от солей тяжелых металлов, непредельных углеводородов, частичек красящих веществ. Лучшим сорбентом и здесь является активированный уголь, это относится и к различным минералам (шунгиту, цеолиту и др.), специально обработанным опилкам, саже, частичкам титана и др. На этих сорбентах работают многие бытовые фильтры для воды: «Родничок», «Роса».

Коагуляция - обработка воды специальными реагентами с целью удаления нежелательных растворенных примесей. Широко распространена при водоподготовке. Обработка ведется соединениями алюминия или железа, при этом образуются твердые нерастворимые примеси, отделяемые обычными способами. Для сточных вод широко применяется электрокоагуляция, при которой вблизи электродов образуются ионы (результат анодного растворения материала электродов), реагирующие с примесями. Так отделяют тяжелые металлы, цианы и др.

Ионообменные методы достаточно эффективны для очистки от многих растворов и даже от тяжелых металлов. Очистка производится синтетической ионообменной смолой и, если ей предшествует механическая очистка, позволяет получить выделенные из воды металлы в виде сравнительно чистых концентрированных солей.

В последнее время за рубежом (особенно для водоподготовки) используют *установки обратного осмоса*. В них вода продавливается через набор специальных микропленок при высоком давлении (до 30 МПа). Эти установки чрезвычайно эффективны в качестве последних ступеней (т. е. для тонкой очистки). Но они достаточно дороги и энергоемки.

Биологическая очистка возможна в естественных условиях и в искусственных сооружениях. И в том, и в другом случае органические примеси обрабатываются редуцентами (бактериями, простейшими, водорослями) и превращаются в минеральные вещества. В естественных условиях очистка производится на полях фильтрации или орошения (через почву) или в биологических прудах. Последние могут быть с поддувом воздуха (с искусственной аэрацией). В качестве искусственных сооружений могут применяться аэротенки, окситенки, метатенки и биофильтры. В танках (аэро- с подачей воздуха; окси- с подачей кислорода; мета- без доступа воздуха) сточные воды обрабатываются микроорганизмами. Но для их нормального функционирования необходимы определенные условия по температуре, рН и отсутствию многих солей. Поэтому разновидности этих сооружений чаще всего применяются на тех очистных сооружениях канализации, куда не поступают промстоки. На промышленных очистных сооружениях чаще применяются биофильтры, в которых активная биологическая среда образуется на специальной загрузке (шлак, керамзит, гравий). Эта биологическая среда (пленка) менее чувствительна к колебаниям параметров среды и сточных вод. Активность биопленки увеличивается при поддуве воздуха, подаваемого обычно противотоком.

Выбор способов очистки и обеззараживания воды зависит от многих параметров и требований, важнейшие из которых: необходимая степень очистки и исходная загрязненность воды, потребные расходы и время очистки, наличие очистителей и энергии и, конечно, экономические возможности. Но при всех методах очистки следует обращать внимание на вопрос утилизации осадка, образующегося при обработке воды (особенно токсичных промстоков). Как правило, осадок обезвоживается и вывозится на специальные полигоны для захоронения. Или обрабатывается в биологических сооружениях. Достаточно эффективны для переработки осадков (в том числе токсичных) некоторые растения типа гиацинтов, тростника. Существуют специальные печи для сжигания токсичных отходов с очень высокой полнотой сгорания (за счет создания взвешенного слоя сгорающего вещества, тангенциальной подачи топлива), и

четырёхступенчатой очисткой газовых выбросов (печи канадско-американской фирмы профессора Ормстона). Есть и отечественные разработки по сжиганию этого осадка в металлургических, специально оборудованных печах с получением сравнительно безвредного строительного материала.