

Инженерные биологические системы

2022/23 учебный год

Заключительный этап

Предметный тур

Биология. 8–9 классы

Задача VI.1.1.1. Аквапонная система (20 баллов)

Условие

В аквапонной системе предусмотрено совместное выращивание растений и водных животных.

1. Подберите объекты из числа предложенных в таблице VI.1.5 для выращивания в гидропонном и аквакультурном блоке системы, и рассчитайте калорийность получаемого урожая при следующем условии:
 - Необходимо получить как можно более высокое количество белка с полученного в аквапонной системе урожая.
 - Выращивать в условиях аквапоники можно только семгу и форель.
 - Семгу нельзя выращивать в одной системе с укропом.
2. Вычислите объем получаемого урожая через 35 сут., при условии, что площадь полезной поверхности гидропонного блока 3 м^2 , а прирост биомассы петрушки составляет 15 г на 1 м^2 в сут., укропа — 12 г , зеленого лука — 50 г .
Для аквапонного блока наблюдается одинаковая динамика роста и развития рыб, прирост биомассы составляет 100 г в сутки.
3. Количество белка, необходимое для обеспечения нормального самочувствия и функционирования организма для взрослых мужчин в сутки, находится в диапазоне $65\text{--}117 \text{ г}$, для женщин — $58\text{--}87 \text{ г}$.
На сколько суток хватит запаса белка из полученного урожая для женщины с повышенным коэффициентом физической нагрузки?
4. Урожай какого из растений, предложенных в таблице VI.1.4, будет содержать наибольшее количество ниацина? Укажите количества ниацина в полученном урожае.
5. Какие микроорганизмы применяются для запуска загрузки биофильтра аквапонной системы? Какими свойствами они должны обладать? Приведите не менее двух примеров.
6. Предложите сорта растений (любые), способных, на ваш взгляд, повысить суммарный выход белка в конечном урожае. От чего будет зависеть данное значение?

Решение

1. Рассчитаем прирост биомассы аквакультурного блока.
Семга: $35 \cdot 100 \text{ г} = 3500 \text{ г}$, из них 735 г белка.

-
- Форель: $35 \cdot 100 \text{ г} = 3500 \text{ г}$, из них 700 г белка.
2. Рассчитаем прирост биомассы гидропонного блока.
Петрушка: $35 \cdot 3 \cdot 15 = 1575 \text{ г}$, из них 23,625 г белка.
Укроп: $35 \cdot 3 \cdot 12 = 1260 \text{ г}$, из них 43,596 г белка.
Зеленый лук: $35 \cdot 3 \cdot 50 = 5250 \text{ г}$, из них 68,25 г белка.
Для выращивания выбираем семгу и зеленый лук.
3. Суммарное количества белка в урожае выбранных видов составляет:
 $68,25 + 735 = 803,25 \text{ г}$.
При максимальной потребности в заданном диапазоне полученного урожая хватит на $803,25/87 = 9,23 \text{ сут}$.
При минимальной потребности $803,25/58 = 13,85 \text{ сут}$.
4. Ниацин — витамин РР или В3. Больше всего его содержится в укропе.
Петрушка: $35 \cdot 3 \cdot 15 = 1575 \text{ г}$, из них 15,75 мг РР.
Укроп: $35 \cdot 3 \cdot 12 = 1260 \text{ г}$, из них 19,782 г РР.
Зеленый лук: $35 \cdot 3 \cdot 50 = 5250 \text{ г}$, из них 26,25 г РР.
5. Микроорганизмы в системах аквапоники участвуют во многих процессах, включая нитрификацию, разложение органического вещества, денитрификацию, минерализацию фосфора и круговорот железа. Примеры: нитрозомонас, нитробактер (*Nitrosomonas europaea* и *Nitrobacter winogradskyi*).
6. Шпинат, бобовые и прочие растения с высоким содержанием белка. Значение будет зависеть от особенностей растения, продуктивности культуры и скорости роста в заданных условиях.

Задача VI.1.1.2. Ценные культуры (20 баллов)

Условие

Данное растение имеет важное значение в сельском хозяйстве и аграрной промышленности. Известны следующие сорта данного растения: полоникум, дикий, твердый, ванский, грибовойный, тургидум и прочие.

Известно, что растение содержит значительное количество крахмала. Его запас сосредоточен в определенных тканях и составляет порядка 50% от массы твердого плода.

1. Объясните значение термина «апоптоз алейрона». Какое отношение он имеет к процессу роста и развития данного растения?
2. Какое растение описано в задании? Какие полезные (целевые) продукты можно получить из данного растения?
3. Крахмал состоит из амилозы и амилопектина в определенной пропорции (75% амилопектина и 25% амилозы). Какой из компонентов дает качественную реакцию в виде синего окрашивания и каков механизм взаимодействия с реагентами-индикаторами?
4. Вычислите объем амилозы, полученной из крахмалсодержащего сырья, следующих параметров:
 - всхожесть посевного материала 96%;
 - площадь посева 1 га;
 - расход 0,05 млн семян на гектар;
 - конечная масса единичного растения 150 г;

- масса твердого плода составляет 40% от общей массы растения.

Решение

1. Присутствуют верные определения формата «Апоптоз — это...», «алейрон — это...». Алейроновый слой — это внешний слой эндосперма, за которым следует внутренний крахмалистый эндосперм.
2. Апоптоз алейрона — физиологическая гибель клеток слоя зерна пшеницы. После прорастания алейроновый слой участвует в синтезе гидролитических ферментов, необходимых для мобилизации питательных веществ из эндосперма. После выполнения этой функции запускается процесс ликвидации данных клеток.
3. Пшеница. Мука, крахмал, глюкоза и прочие.
4. Цепь амилозы свёрнута в спираль, внутри которой расположен канал диаметром 0,5 нм. Этот канал может захватывать некоторые молекулы, например йод, в результате чего образуется комплекс, имеющий характерное синее окрашивание. Эта реакция является качественной реакцией на йод (а также на крахмал).
 $50000 \cdot 1 \cdot 0,15 \cdot 0,96 = 7200 \text{ кг} = 7,2 \text{ т}$ — общая масса растений.
 $7,2 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 1,44 \text{ т}$ — количество крахмала.
 $1,44 \cdot 0,25 = 0,36 \text{ т}$.

Задача VI.1.1.3. Инсулин (20 баллов)

Условие

Инсулин является одним из наиболее масштабно производимых гормонов, открытие микробного биосинтеза которого стало настоящим прорывом в биотехнологии и медицине.

Молекула данного белка состоит из двух цепочек полипептидов, называемых В-цепью и А-цепью.

и-РНК белка одной из цепей данного соединения можно записать в виде следующей последовательности: УУУ-ГУУ-ААУ-ГАА-ЦАЦ-УУА. Запишите последовательность, характерную для комплиментарного фрагмента ДНК.

Какая аминокислота закодирована в первом триплете последовательности и-РНК? Какие функции она выполняет в организме человека?

На процентное содержание глюкозы в биологических жидкостях влияют два типа гормонов. Назовите их. К какому типу относится инсулин? Приведите примеры гормонов первого и второго типа.

Предусмотрены ли в организме человека резервные запасы сахаров? Обоснуйте свой ответ.

Таблица VI.1.1: Таблица генетического кода

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У (А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц (Г)
	Лей	Сер	-	-	А (Т)
	Лей	Сер	-	Три	Г (Ц)
Ц (Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У (А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц (Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А (Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г (Ц)
А (Т)	Иле	Тре	Аси	Сер	У (А)
	Иле	Тре	Аси	Сер	Ц (Г)
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А (Т)
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г (Ц)
Г (Ц)	Вал	Ала	Асп	Гли	У (А)
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц (Г)
	Вал	Ала	Глу	Гли	А (Т)
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г (Ц)

Решение

- и-РНК белка: УУУ-ГУУ-ААУ-ГАА-ЦАЦ-УУА
Тогда ДНК: ААА ЦАА ТТА ЦТТ ГТГ ААТ или ТТТ ГТТ ААТ ГАА ЦАЦ ТТА т. к. одну и ту же аминокислоту могут кодировать несколько различных триплетов.
- Фенилаланин. Фенилаланин — это одна из основных 20-ти аминокислот, которая принимает участие в биохимических процессах формирования протеинов и кодируется определенным геном ДНК. Фенилаланин — 2-амино-3-фенилпропановая или α -амино- β -фенилпропионовая кислота. Фенилаланин (Фен, Phe, F) относится к незаменимым аминокислотам, поскольку ткани животных не обладают способностью синтезировать его бензольное кольцо.
- Гипо- и гипергликемические гормоны. Инсулин является гипогликемическим гормоном и понижает концентрацию сахара в крови. Гипергликемические гормоны повышают количество сахара в крови. Примеры: гормон роста, кортизол, глюкагон.
- В теле человека в тканях печени и мышцах скелета накапливается гликоген. Его содержание в мышцах составляет до 2%, а в печени до 6% (100–150 г).

Задача VI.1.1.4. Полезные и питательные вещества (20 баллов)**Условие**

Существует ряд стандартных прямых и косвенных методов определения полезных и питательных веществ и их концентрации в сыре.

Наиболее часто используется следующая методика косвенного определения крахмала в картофеле.

В первую очередь проводят определение удельной массы клубней — вычисляют соотношение общей массы картофеля к массе воды в объеме взвешенного картофеля.

То есть, если партия клубней, взвешенных в обычных условиях, весят X (кг), то при взвешивании в объеме воды та же партия будет весить Y (кг). Тогда удельная масса партии клубней будет вычисляться по формуле:

$$M_{\text{уд}} = X/(X - Y).$$

Полученное число позволяет оценить содержание сухого вещества по таблице VI.1.6. Так как в состав сухого вещества входит целый спектр различного рода соединений (крахмал, белки и белковые вещества, клетчатка, минеральные компоненты), для определения крахмального числа (суммарного количества сахаров и крахмала) необходимо внести так называемую поправку, численно равную значению 5,752.

Количество сахаров обычно составляет 1,5% от данного значения.

1. Вычислите массу партии картофеля № 1 при взвешивании в воздушной среде, если удельная масса данной партии равна 1,0730.
2. Каким будет содержание крахмала в партии № 2, если количество сахаров составит 330 г?
3. Какие еще вещества содержатся в картофеле, кроме сахаров и крахмала? Назовите не менее 3-х веществ и дайте их описание.

Решение

Согласно таблице.

Вес партии картофеля под водой (в г)	Удельная масса	Сухое вещество (в %)	Крахмальное число
340	1,0730	18,188	12,436

Пользуясь формулой $M_{\text{уд}} = X/(X - Y)$, вычислим значение X .

$$X = M_{\text{уд}} \cdot X - M_{\text{уд}} \cdot Y$$

$$X(M_{\text{уд}} - 1) = M_{\text{уд}} \cdot Y$$

$$X = M_{\text{уд}} \cdot Y / (M_{\text{уд}} - 1) = 1,0730 \cdot 340 / (1,0730 - 1) = 4997,53425 \text{ г.}$$

1. 330 г сахаров составляют 1,5% от массы крахмала. Тогда 1% равен 220 г. В таком случае остаточное количество крахмала будет равно 98,5%
 $98,5 \cdot 220 = 21670 \text{ г.}$
2. Витамин С, токоферол, витамины группы В, С, Н и РР, фолиевая кислота, калий, кальций, магний, цинк, селен, медь и марганец, железо, хлор и сера, йод, хром, фтор, молибден, бор и ванадий, олово и титан, кремний, кобальт, никель и алюминий, фосфор и натрий.

Задача VI.1.1.5. Лекарственные растения (20 баллов)

Условие

Валериана лекарственная является травянистым растением, произрастающим в зонах умеренного климата и субтропиках. Корни и корневища данного растения используют в медицинских целях.

Чаще всего из растительного сырья делают спиртовые экстракты, измельченные корневища с корнями в форме фильтр-пакетов для заваривания, реже — таблетки.

Рассчитайте количество упаковок экстракта валерианы, которое будет необходимо Ивану Ивановичу на месяц, если известно, что:

- Иван Иванович принимает по 30 капель 4 раза в сутки;
- 1 упаковка экстракта валерианы имеет объем 50 мл;
- 1 мл принять равным 20 каплям.

Рассчитайте количество фильтр-пакетов для приготовления настоя валерианы, необходимого для замены экстракта в каплях в форме фильтр-пакетов при следующей рецептуре приготовления:

- 2 фильтр-пакета переносят в стеклянную емкость и добавляют 100 мл кипящей воды;
- спустя 20 мин пакетики тщательно выжимают и извлекают (объемами пакетиков пренебречь);
- концентрация целевых веществ в 1 мл полученного настоя в 10 раз меньше, чем аналоге-экстракте.

К каким лекарственным формам относятся линименты? Можно ли использовать валериану в такой форме? Обоснуйте свой ответ.

Чем отличается матричная таблетка и капсула по механизму сохранения действующего вещества?

При расчете месяц принять равным 30 суткам.

Решение

1. $30 \cdot 4 \cdot 30 \text{ суток} = 3600 \text{ капель}$
 $3600/20 = 180 \text{ мл.}$
 $180 \text{ мл}/50 \text{ мл} = 3,6 \text{ упаковки} = 4 \text{ упаковки.}$
2. Из 2-х пакетиков получаем 100 мл раствора, эквивалентные 10 мл экстракта из п. 1.
Значит, для компенсации 180 мл экстракта нам нужно 1800 мл настоя.
Для их приготовления нужно $(1800/100) \cdot 2 = 36$ пакетиков.
3. Линименты — это жидкие мази, лекарственная форма для наружного применения, представляющая собой густую жидкость или студнеобразную массу, расплавляющуюся при температуре тела.
4. Матричные таблетки представляют собой твердые лекарственные формы, в которых лекарственное вещество гомогенно равномерно распределено в структуре гидрофильного или гидрофобного сетчатого каркаса, выступающего в качестве барьера, пролонгирующего высвобождение действующего начала.
Капсула — дозированная лекарственная форма, состоящая из твердой или мягкой желатиновой или иногда агаровой оболочки, содержащей инкапсулят — одно или несколько активных действующих веществ, с добавлением или без вспомогательных веществ.

Биология. 10–11 классы

Задача VI.1.2.1. Аквапонная система (20 баллов)

Условие

В аквапонной системе предусмотрено совместное выращивание растений и водных животных.

1. Подберите объекты из числа предложенных в таблицах VI.1.4–VI.1.5 для выращивания в гидропонном и аквакультурном блоке системы и рассчитайте калорийность получаемого урожая при следующем условии:
 - Необходимо обеспечить как можно более высокое содержание жиров в полученном в аквапонной системе урожае.
 - Выращивать в условиях аквапоники можно только семгу и форель.
 - Семгу нельзя выращивать в одной системе с укропом.
2. Вычислите объем получаемого урожая через 35 суток, при условии, что площадь полезной поверхности гидропонного блока 3 м^2 , а прирост биомассы петрушки составляет 15 г на 1 м^2 в сутки, укропа — 10 г, зеленого лука — 60 г. При выращивании рыб в аквапонном блоке также наблюдаются отличия в динамике роста и развития рыб. Прирост биомассы форели составляет 120 г в сутки, тогда как для семги этот показатель — 100 г в сутки.
3. Известно, что физиологические потребности в энергии составляют от 2100 до 4200 ккал/сутки для мужчин и от 1800 до 3050 ккал/сутки для женщин. На сколько суток хватит запаса калорий из полученного урожая для мужчины с низким коэффициентом физической нагрузки?
4. Какие вещества и соединения образуются в процессе жизнедеятельности рыб в системе? Какими свойствами они обладают и как могут быть использованы или выведены из системы?
5. Предложите виды рыб, не адаптированных к выращиванию в установках замкнутого типа (из числа представленных в таблице VI.1.5), способных, на ваш взгляд, повысить суммарную калорийность конечного урожая. От чего будет зависеть данное значение?

Решение

1. Рассчитаем прирост биомассы аквакультурного блока.
Семга: $35 \cdot 100 \text{ г} = 3500 \text{ г}$, из них 525 г жиров.
Форель: $35 \cdot 120 \text{ г} = 4200 \text{ г}$, из них 378 г жиров.
2. Рассчитаем прирост биомассы гидропонного блока.
Петрушка: $35 \cdot 3 \cdot 15 = 1575 \text{ г}$, из них 9,45 г жиров.
Укроп: $35 \cdot 3 \cdot 10 = 1050 \text{ г}$, из них 11,76 г жиров.
Зеленый лук: $35 \cdot 3 \cdot 60 = 6300 \text{ г}$, из них 0 г жиров.
Для выращивания выбираем семгу и укроп т. к. в них содержится максимальное количество жиров.
Однако по условию задачи это запрещено. Тогда выбираем семгу и петрушку.
3. Суммарное количества жиров в урожае выбранных видов составляет:
 $525 + 9,45 = 534,45 \text{ г}$.

Суммарная калорийность полученного урожая составляет $3500 \cdot 225/100 + 1575 \cdot 51/100 = 7875 + 803,25 = 8678,25$ кКал.

При минимальной потребности в калориях заданном диапазоне полученного урожая хватит на $8678,25/2100 = 4,1325$ суток

4. Рыбы выделяют аммиак и аммоний в значительных количествах через жабры и частично с мочой. В аквапонной системе данные вещества перерабатываются в процессе жизнедеятельности микроорганизмов до доступных форм биогенных элементов и применяются в качестве питательных веществ и биогенных элементов для роста и развития растений.

Микроорганизмы в системах аквапоники участвуют во многих процессах, включая нитрификацию, разложение органического вещества, денитрификацию, минерализацию фосфора и круговорот железа.

5. Предложенные в таблице рыбы значительно уступают по калорийности семге и форели, однако, любой из видов рыб при увеличении прироста биомассы сможет быть рассмотрен в качестве замены.

Задача VI.1.2.2. Ценные культуры (20 баллов)

Условие

В лаборатории проводят микрклональное размножение и выращивание чистого посевного материала растения А для дальнейшего применения в сельском хозяйстве. Известно, что данное растение культивируют, используя материал из апикальной меристемы и перенося на стерильные питательные среды в лаборатории с искусственно созданными параметрами аналогичными параметрами окружающей среды. Через 30 суток каждое из культивируемых растений разделяют на несколько частей и снова помещают в пробирки на питательные среды. Спустя месяц их укореняют, и в несколько этапов проводят процесс адаптации к условиям открытого грунта, после чего высаживают в полях.

Известно, что растение А, несмотря на ежегодно отмирающие травянистые стебли, многолетнее растение, которое используется в сельском хозяйстве как однолетнее.

В данном растении синтезируются все незаменимые аминокислоты, что повышает пищевую ценность его белков, но при этом плоды содержат один достаточно известный гликозид. Также одна из частей растения содержит лимонную кислоту (до 1 кг на 1 т сырья) и очень низкое количество липидов (ниже 0,15%). Данное растение служит сырьем для получения спирта, каучука, полисахаридов и декстринов.

Таблица VI.1.2: Аминокислотный состав растения А

Наименование аминокислоты	Содержание, %
Валин	4,1
Изолейцин	13,0
Лейцин	13,1
Треонин	4,6
Триптофан	1,7
Х	9,7
Фенилаланин	4,6
Метионин	2,0

1. Ознакомьтесь с данными из таблицы VI.1.2. Какой аминокислоты не хватает в

данном перечне? Какую роль она играет в организме человека?

2. Сколько видов аминокислот необходимо для синтеза белка и как их называют?
3. Из каких структурных единиц состоит ДНК?
4. Вычислите, сколько цитозиновых и тимидиновых нуклеотидов содержится в молекуле ДНК, если адениновые нуклеотиды присутствуют в объеме 17% от общего числа.
5. О каком растении идет речь в данном задании? Опишите морфологические особенности его плодов.

Таблица VI.1.3: Таблица генетического кода

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У (А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц (Г)
	Лей	Сер	-	-	А (Т)
	Лей	Сер	-	Три	Г (Ц)
Ц (Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У (А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц (Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А (Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г (Ц)
А (Т)	Иле	Тре	Аси	Сер	У (А)
	Иле	Тре	Аси	Сер	Ц (Г)
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А (Т)
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г (Ц)
Г (Ц)	Вал	Ала	Асп	Гли	У (А)
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц (Г)
	Вал	Ала	Глу	Гли	А (Т)
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г (Ц)

Решение

1. Лизин — незаменимая АК. Участвует в процессе синтеза белков. Дефицит приводит к комплексным проблемам с тканями и органами (кровоизлияния, анемия, аллопеция, репродуктивные проблемы и потери прочности костных и хрящевых тканей).
2. 20, протеиногенные аминокислоты.
3. ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) — биологический полимер, состоящий из двух полинуклеотидных цепей, соединенных друг с другом. Мономеры, составляющие каждую из цепей ДНК, представляют собой сложные органические соединения, включающие одно из четырех азотистых оснований: аденин (А) или тимин (Т), цитозин (Ц) или гуанин (Г), пятиатомный сахар пентозу — дезоксирибозу, по имени которой получила название и сама ДНК, а также остаток фосфорной кислоты.
4. Определим количество тимидиловых и цитозиловых нуклеотидов.
По правилу Чаргаффа находим содержание тимидиловых нуклеотидов в данной молекуле ДНК: $A = T = 17\%$.
Находим сумму (в %) содержания адениловых и тимидиловых нуклеотидов в данной молекуле ДНК: $17\% + 17\% = 34\%$.

Находим сумму (в %) содержания гуаниловых и цитозиловых нуклеотидов в данной молекуле ДНК: $100\% - 34\% = 66\%$.

По правилу Чаргаффа, в молекуле ДНК $G = C$, в сумме на их долю приходится 66%, а по отдельности: $66\% : 2 = 33\%$.

- Картофель. Плодом картофеля является двугнездная многосемянная сочная зелёная ягода шаровидной или овальной формы. При созревании ягоды белеют и приобретают приятный запах земляники. Для употребления в пищу они не пригодны из-за содержания большого количества солонина. Семена мелкие, плоские, с согнутым зародышем, светло-желтого цвета. Масса 1000 семян около 0,5 г.

Задача VI.1.2.3. Вирусы (20 баллов)

Условие

Образцы, собранные исследователем в полевом эксперименте, заражены вирусом рода *Tobamovirus* семейства *Virgaviridae*, вирионы которого имеют палочковидную форму (длина 300 нм, диаметр около 18 нм).

- Какое тривиальное название имеет данный вирус и чем это обосновано?
- Чем опасен данный вирус для человека?
- Каков механизм передачи данного вируса и цикл репликации?
- В ходе исследования вируса было установлено, что существует исходная последовательность, входящая в состав белка: ГЦУ-АЦГ-АГУ-ГАГ-АУГ. Далее мы инициируем реакцию дезаминирования, в ходе которой цитозин полностью переходит в урацил. Как изменится предложенная последовательность? Запишите полученный результат.
- Какая аминокислота закодирована в третьем триплете?

Решение

- Вирус табачной мозаики.
- Вирус для человека не опасен. Некоторые культуры могут быть выведены из с/х оборота.
- При прямом контакте с растениями-хозяевами через его векторы (обычно такие насекомые, как тля и цикадка), TMV проходит через процесс заражения, а затем через процесс репликации. После своего размножения он проникает в соседние клетки через плазмодесмы. Инфекция распространяется путем прямого контакта с соседними клетками. Для беспрепятственного проникновения TMV продуцирует 30 kDa белок движения, называемый P30, который увеличивает плазмодесматы. TMV, скорее всего, перемещается от клетки к клетке в виде комплекса РНК, P30 и реплицирующихся белков. Может передаваться от одного растения к другому при прямом контакте. Хотя TMV не имеет определенных векторов передачи, вирус может легко передаваться от инфицированных хозяев к здоровым растениям при контакте с людьми.
- ГУУ-АУГ-АГУ-ГАГ-АУГ.
- АГУ — серин.

Задача VI.1.2.4. Полезные и питательные вещества (20 баллов)

Условие

Существует ряд стандартных прямых и косвенных методов определения полезных и питательных веществ и их концентрации в сырье.

Наиболее часто используется следующая методика косвенного определения крахмала в картофеле.

В первую очередь проводят определение удельной массы клубней — вычисляют соотношение общей массы картофеля к массе воды в объеме взвешенного картофеля.

То есть, если партия клубней, взвешенных в обычных условиях, весят X кг, то при взвешивании в объеме воды та же партия будет весить Y кг, причем разность этих величин покажет вес воды, характерный для объема воды, в которой проводилось взвешивание. Тогда удельная масса партии клубней будет вычисляться по формуле:

$$M_{\text{уд}} = X/(X - Y).$$

Полученное число позволяет оценить содержание сухого вещества по таблице VI.1.6. Так как в состав сухого вещества входит целый спектр различного рода соединений (крахмал, белки и белковые вещества, клетчатка, минеральные компоненты), для определения крахмального числа (суммарного количества сахаров и крахмала) необходимо внести так называемую поправку, численно равную значению 5,752. Количество сахаров составляет 1,2% от данного значения.

1. Вычислите массу партии картофеля № 1 при взвешивании в воздушной среде, если крахмальное число данной партии равна 15,667.
2. Каким будет содержание сахаров в партии № 2, если количество крахмала составит 550 г?
3. Сахара являются важными питательными компонентами и используются в процессе жизнедеятельности некоторых микроорганизмов. Запишите уравнение реакции разложения глюкозы с образованием этанола с помощью микроорганизмов. Как используется данный процесс в промышленности?
4. Приведите пример микроорганизмов, способных осуществлять данный процесс.

Решение

Согласно таблице.

Вес партии картофеля под водой (в г)	Удельная масса	Сухое вещество (в %)	Крахмальное число
405	1,0881	21,419	15,667

Пользуясь формулой $M_{\text{уд}} = X/(X - Y)$ вычислим значение X .

$$X = M_{\text{уд}} \cdot X - M_{\text{уд}} \cdot Y$$

$$X(M_{\text{уд}} - 1) = M_{\text{уд}} \cdot Y$$

$$X = M_{\text{уд}} \cdot Y / (M_{\text{уд}} - 1) = 1,0881 \cdot 405 / (1,0881 - 1) = 5\,002,0488 \text{ г.}$$

1. 550 г крахмала составляют $100 - 1,2 = 98,8\%$ от массы крахмала.
В таком случае, количество сахаров равно: $(550/98,8) \cdot 1,2 = 6,68$ г сахаров.
2. $C_6H_{12}O_6 = 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$.
Процесс брожения (спиртового). Применяется для производства спирта, в пищевой промышленности (квас и прочее, хлебобулочные изделия и т. д.).
3. Аскомицетовые дрожжи рода *Saccharomyces (vini, cerevisiae)*.

Задача VI.1.2.5. Лекарственные растения (20 баллов)

Условие

Валериана лекарственная является травянистым растением, произрастающим в зонах умеренного климата и субтропиках. Корни и корневища данного растения используют в медицинских целях.

Чаще всего из растительного сырья делают спиртовые экстракты, измельченные корневища с корнями в форме фильтр-пакетов для заваривания, реже — таблетки.

Рассчитайте количество упаковок экстракта валерианы, которое будет необходимо Ивану Ивановичу на месяц, если известно, что:

- взрослым рекомендуется принимать 20–30 капель на прием 3–4 раза в день;
- Иван Иванович принимает по 25 капель 4 раза в сутки;
- 1 упаковка экстракта валерианы имеет объем 25 мл;
- 1 мл принять равным 20 каплям, а месяц — 30 сут.

Рассчитайте количество упаковок валерианы в таблетках, которые необходимо приобрести для Ивана Ивановича при замене экстракта в каплях на таблетки при сохранении режима приема лекарственного средства.

Известно, что в одной упаковке находится 50 таблеток, каждая из которых эквивалентна 50 каплям.

Для чего применяется технология покрытия таблеток оболочкой?

Чем отличается матричная таблетка и капсула по механизму сохранения действующего вещества?

При каком пути введения лекарственного препарата можно обойти процесс прохождения обработки через печень?

Решение

1. $25 \text{ капель} \cdot 4 \cdot 30 \text{ дней} = 3000 \text{ капель}$.
 $3000/20 = 150 \text{ мл}$.
 $150 \text{ мл}/25 \text{ мл} = 10 \text{ упаковок экстракта валерианы}$.
2. $3000 \text{ капель}/50 \text{ капель} = 60 \text{ таблеток}$.
Упаковка — 50 таблеток, то есть Ивану Ивановичу нужно 2 упаковки таблеток.
3. Технология покрытия таблеток оболочкой предназначена для обеспечения защиты от быстрого разложения действующих веществ в потенциально агрессивной среде, маскировки привкуса, облегчения проглатывания.
4. Матричные таблетки представляют собой твердые лекарственные формы, в которых лекарственное вещество гомогенно равномерно распределено в струк-

туре гидрофильного или гидрофобного сетчатого каркаса, выступающего в качестве барьера, пролонгирующего высвобождение действующего начала. Капсула — дозированная лекарственная форма, состоящая из твердой или мягкой желатиновой или иногда агаровой оболочки, содержащей инкапсулят — одно или несколько активных действующих веществ, с добавлением или без вспомогательных веществ.

5. При всасывании препарата через подъязычную и щечную область, а также при ингаляции.

Таблицы, используемые в задачах

Таблица VI.1.4

№	Наименование	ккал в 100 г.	Белки в 100 г	Жиры в 100 г	Углеводы в 100 г	Крахмал в 100 г	Витамины в 100 г	Микро- и макроэлементы в 100 г.
1	Петрушка	51	1,5	0,6	10,1	4	С: 35 мг РР (В3): 1 мг В2: 0,1 мг	Кальций: 57 мг Магний: 22 мг Натрий: 8 мг Калий: 342 мг Железо: 0,7 мг
2	Укроп	43	3,46	1,12	7,02	0,1	С: 85 мг РР (В3): 1,57 мг В2: 0,3 мг	Кальций: 208 мг Магний: 55 мг Натрий: 61 мг Калий: 738 мг Железо: 6,59 мг
3	Зеленый лук	79,5	1,3	0	4,6	0,1	С: 30 мг РР (В3): 0,5 мг В2: 0,1 мг	Кальций: 100 мг Магний: 20 мг Натрий: 10 мг Калий: 250 мг Железо: 1 мг

Таблица VI.1.5

№	Наименование	ккал	Белки	Жиры	Углеводы
1	Семга	225	21	15	0
2	Форель	180	20	9	0
3	Нерка	156	20	8	0
4	Горбуша	119	20	4	0
5	Кета	165	24	10	0

Таблица VI.1.6

Вес партии картофеля под водой (в г)	Удельная масса	Сухое вещество (в %)	Крахмальное число
235	1,0493	13,100	7,400
240	1,0504	13,300	7,600
245	1,0515	13,600	7,800
250	1,0526	13,800	8,100
255	1,0537	14,100	8,300

Таблица VI.1.6

Вес партии карто- феля под водой (в г)	Удельная масса	Сухое вещество (в %)	Крахмальное число
260	1,0549	14,300	8,600
265	1,0560	14,600	8,800
270	1,0571	14,800	9,000
275	1,0582	15,000	9,300
280	1,0593	15,300	9,500
285	1,0604	15,500	9,700
290	1,0616	15,748	9,996
295	1,0627	15,948	10,232
300	1,0638	16,219	10,468
305	1,0650	16,476	10,724
315	1,0661	16,947	11,195
310	1,0672	16,711	10,959
320	1,0684	17,204	11,452
325	1,0695	17,439	11,687
330	1,0707	17,696	11,944
335	1,0718	17,931	12,179
340	1,0730	18,188	12,436
345	1,0741	18,423	12,671
350	1,0753	18,680	12,928
355	1,0764	18,916	13,164
360	1,0776	19,172	13,420
365	1,0787	19,408	13,656
370	1,0799	19,665	13,913
375	1,0811	19,921	14,169
380	1,0822	20,157	14,405
385	1,0834	20,414	14,662
390	1,0846	20,670	14,918
395	1,0858	20,927	15,175
400	1,0870	21,184	15,432
405	1,0881	21,419	15,667
410	1,0893	21,676	15,924
415	1,0905	21,933	16,181
420	1,0917	22,190	16,438
425	1,0929	22,447	«16,695
430	1,0941	22,703	16,951
435	1,0953	22,960	17,208
440	1,0965	23,217	17,465
445	1,0977	23,474	17,722
450	1,0989	23,731	17,979
455		23,987	18,235
460	1,1013	24,244	18,492
465	1,1025	24,501	18,746
470	1,1038	24,779	19,027
475	1,1050	25,036	19,284
480	1,1062	25,293	19,541
485	1,1074	25,549	19,797
490	1,1086	25,806	20,054
495	1,1099	26,085	20,333

Таблица VI.1.6

Вес партии карто- феля под водой (в г)	Удельная масса	Сухое вещество (в %)	Крахмальное число
500	1,1111	26,341	20,589
505	1,1123	26,598	20,846
510	1,1136	26,876	21,124
515	1,1148	27,133	21,381
520	1,1161	27,411	21,659
525	1,1173	27,668	21,916
530	1,1186	27,946	22,194
535	1,1198	28,203	22,451
545	1,1224	28,760	23,008
540	1,1211	28,481	22,629
550	1,1236	29,016	23,264
555	1,1249	29,295	23,543
560	1,1261	29,551	23,799
565	1,1274	29,830	24,078
570	1,1286	30,086	24,334
575	1,1299	30,365	24,613
580	1,1312	30,643	24,891
585	1,1325	30,921	25,169
590	1,1338	31,199	25,447
595	1,1351	31,477	25,725
600	1,1364	31,756	26,004
605	1,1377	32,034	26,282
610	1,1390	32,312	26,560
615	1,1403	32,590	26,888
620	1,1416	32,868	27,116
625	1,1429	33,147	27,395
630	1,1442	33,425	27,673
635	1,1455	33,703	27,951
640	1,1468	33,981	28,229
645	1,1481	34,259	28,507
650	1,1494	34,538	28,786
655	1,1507	34,816	29,064
660	1,1521	35,115	29,363
665	1,1534	35,394	29,642
670	1,1547	35,672	29,920
675	1,1561	35,971	30,219
680	1,1574	36,249	30,498
685	1,1587	36,528	30,776
690	1,1601	36,827	31,075

Химия. 8–9 классы

Задача VI.1.3.1. Смеси и растворы (20 баллов)

Условие

Для выращивания растения Б в гидропонной установке был разработан питательный раствор особого состава.

Известно, что для приготовления раствора в 10 л дистиллированной воды растворяют 360 г сухой смеси, в которой находится нитрат калия, дигидроортофосфат калия и аммиачная селитра в пропорции 2 : 3 : 4 (по массе) соответственно.

1. Запишите формулы соединений, входящих в состав смеси.
2. Вычислите массу каждого компонента.
3. Вычислите массовую долю азота в каждом компоненте смеси и в получившемся питательном растворе.
4. Запишите уравнения реакций, описывающие термическое разложение каждого из предложенных компонентов сухой смеси.
5. Могут ли быть инициированы данные химические реакции при хранении указанных компонентов возле батареи и почему?

Решение

1. Запишем формулы соединений, входящих в состав смеси:
 NH_4NO_3 — аммиачная селитра (нитрат аммония). — 1 балл
 KH_2PO_4 — дигидроортофосфат калия. — 1 балл
 KNO_3 — нитрат калия. — 1 балл
2. Масса воды $V_{\text{р-ра}} = 10 \text{ л} = 10\,000 \text{ г}$. — 1 балл
3. Вычислим массу каждого компонента в смеси.
Для этого 360 г разделим на количество частей компонентов в смеси.
 $360/(2 + 3 + 4) = 40 \text{ г}$ — 1 балл
Тогда:
 $m(\text{KNO}_3) = 40 \cdot 2 = 80 \text{ г}$ — нитрат калия; — 1 балл
 $m(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 40 \cdot 3 = 120 \text{ г}$ — дигидроортофосфат калия; — 1 балл
 $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 40 \cdot 4 = 160 \text{ г}$ — аммиачная селитра. — 1 балл
4. Вычислим массовую долю азота в каждом компоненте смеси:
 KNO_3 — нитрат калия;
 $W_1(\text{N}) = M(\text{N})/M(\text{KNO}_3) = 14/101 = 0,14$; — 1 балл
 KH_2PO_4 — дигидроортофосфат калия;
 $W_2(\text{N}) = 0$ (нет азота);
 NH_4NO_3 — аммиачная селитра;
 $W_3(\text{N}) = M(\text{N})/M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 28/80 = 0,35$. — 1 балл
5. Вычислим массу азота:
 $m_1(\text{N}) = 80 \cdot 0,14 = 11,2 \text{ г}$; — 1 балл
 $m_2(\text{N}) = 0$;
 $m_3(\text{N}) = 160 \cdot 0,35 = 56 \text{ г}$; — 1 балл
Суммарная масса азота $m = 11,2 + 56 = 67,2 \text{ г}$. — 1 балл
6. Вычислим массовую долю компонента: — 1 балл

$$W(\text{N}) = m(\text{N}) / (m_{\text{p-ра}} + m(\text{KNO}_3) + m(\text{KH}_2\text{PO}_4) + m(\text{NH}_4\text{NO}_3)) = 67,2 / 10360 = 0,00649.$$

7. Запишем реакции термического разложение следующих компонентов:

Для нитрата калия: $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$ (400–520 °С) — 1 балл

Для аммиачной селитры: — 3 балла

$\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (190–245 °С);

$2\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ (250–300 °С);

$2\text{NH}_4\text{NO}_3 = 2\text{N}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (выше 300 °С).

Для дигидроортофосфата калия: — 1 балл

$\text{KH}_2\text{PO}_4 = \text{KPO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (выше 252,6 °С);

Реакции термического разложение идут при температурах выше 190 °С, нагрев до такой температуры невозможен при взаимодействии с комнатной батареей. — 1 балл

Задача VI.1.3.2. Химические и биохимические превращения (25 баллов)

Условие

Микроорганизмы вида *Spirulina platensis* культивируются в биореакторе открытого типа. Известно, что в процессе жизнедеятельности микроорганизмы данной культуры выделяют газообразное вещество **А**, поглощая при этом вещество **Б** в количестве до 2,5 л (при н. у.) в сутки на 20 л суспензии микроорганизмов, при условии, что плотность вещества **А** составляет 1,43 кг/м³.

В замкнутом помещении находится 2240 л суспензии микроорганизмов *Spirulina platensis*.

1. Вычислите, какую массу (при н. у.) имеет вещество **Б**, поглощенное суспензией за сутки (при условии 80% эффективности поглощения от максимально возможного), если известно, что при взаимодействии вещества **Б** с раствором гидроксида кальция смесь вначале мутнеет, а при дальнейшем пропускании вещества **Б** через раствор выпадает нерастворимый осадок белого цвета.
2. Установите формулы веществ **А** и **Б**.
3. Запишите уравнения реакций, происходящих при взаимодействии вещества **Б** с раствором гидроксида кальция.
4. Известно что усредненная формула *Spirulina platensis* выглядит как $\text{C}_{11,86}\text{O}_{0,4}\text{N}_{0,15}$. Используя данную информацию, рассчитайте количество вещества **Б**, расходуемого для получения 100 г биомассы.
5. Какое количество биомассы было получено за сутки, описанные в условии задачи выше?
6. Опишите особенности взаимодействия вещества **Б** с кислородом. Как используются данные особенности на производствах?
7. Известно, что вещество **Б** оказывает значительное влияние на температурный режим нашей планеты. Как называется данное явление? Предложите технологию применения описанных микроорганизмов для стабилизации ситуации на планете.

Решение

1. Запишем формулы веществ **А** и **Б**: O_2 и CO_2 соответственно. — 2 балла
2. Запишем уравнение реакции взаимодействия вещества **Б** с гидроксидом кальция $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$. — 2 балла
При дальнейшем пропускании углекислого газа через раствор:
 $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$. — 2 балла
3. Вычислим суммарный объем углекислого газа, поглощенного суспензией:
 $2,5 \cdot 0,8 \cdot (2240/20) = 224$ л — поглощено за сутки; — 2 балла
 $n(CO_2) = 224/22,4 = 10$ моль; — 2 балла
 $m(CO_2) = n \cdot M = 10 \cdot (12 + 16 \cdot 2) = 440$ г. — 2 балла
4. Вычислим количество углекислого газа, необходимое для получения 10 г биомассы.
Вычислим массовую долю углерода в CO_2 :
 $M = 12 \cdot 1 / (12 \cdot 1 + 16 \cdot 2) = 0,273$. — 2 балла
Вычислим массовую долю углерода в $CH_{1,86}O_{0,4}N_{0,15}$:
 $M = 12 \cdot 1 / (12 \cdot 1 + 1 \cdot 1,86 + 16 \cdot 0,4 + 14 \cdot 0,15) = 12 / (12 + 1,86 + 6,4 + 2,1) = 12 / 22,36 = 0,537$. — 2 балла
Вычислим массу углекислого газа $m = 100 \cdot 0,537 / 0,273 = 196,7$ г. — 2 балла
5. Вычислим количество биомассы, полученной при поглощении 440 г CO_2 из условия задачи:
 $m_{БМ} = (440/196,7) \cdot 100 = 223,691$ г. — 2 балла
Углекислый газ не горит (не вступает во взаимодействие с кислородом), поэтому его применяют при пожаротушении. — 2 балла
Парниковый эффект. — 1 балл
Предложено использование бассейнов или биореакторов для поглощения CO_2 в местах его повышенного выделения — теплостанции, повышенные выбросы от автотранспорта и прочее. — 2 балла.

Задача VI.1.3.3. Взаимодействия веществ и окружающей среды (20 баллов)

Условие

Из фильтрационной системы форелевой фермы замкнутого типа были изъяты два посторонних предмета, представляющие собой металлические пластины, идентичные по геометрическим параметрам.

В процессе визуального осмотра было выдвинуто предположение, что одна из пластин сделана из меди, а вторая, скорее всего, состоит из серебра.

1. Предложите не менее 4-х физико-химических способов, чтобы определить, какое изделие из какого металла состоит. Подтвердите предложенные способы химическими реакциями.
2. Запишите реакции окисления (кислородом) предложенных металлов.
3. Что произойдет с пластинами при продолжительном пребывании на воздухе в присутствии углекислого газа и при повышенной влажности после извлечения из фильтрационной системы? Запишите уравнения реакций с пояснениями.
4. Что изменится, если после влияния, указанного в п. 3 пластины нагреть?

-
5. Вычислите массу оксида серебра Ag_2O , полученного при окислении серебряной пластины массой 7 г.
6. Известно, что форель является ценным пищевым сырьем, и в процессе разведения достаточно чувствительна к условиям окружающей среды и качеству воды. Предположите, какое влияние на биологические объекты и качество воды могло бы оказать постоянное присутствие в фильтрационной системе описанных посторонних объектов.

Решение

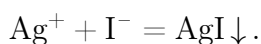
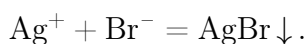
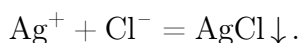
В решении засчитываются качественные реакции на ионы серебра и меди а также значения плотности, теплоемкости, плавкости, общие химические и физические свойства, разделенные на подпункты.

Каждый предложенный физико-химический способ — 0,5 балла, итого 2 балла.

Качественные реакции на ионы серебра

Хромат калия образует с ионами Ag^+ кирпично-красный осадок хромата серебра Ag_2CrO_4 : $2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$.

Качественная реакция на катион серебра — образование белого творожистого осадка хлорида серебра, желтовато-белого осадка бромида серебра, образование желтого осадка иодида серебра:

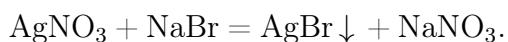
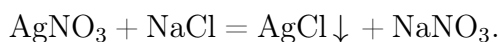


Как видно из выше изложенных реакций, галогениды серебра (кроме фторида) нерастворимы, а бромид и иодид даже имеют окраску.

Щёлочи (NaOH) образуют с ионами Ag^+ осадок AgOH , разлагающийся с образованием оксида серебра (I) бурого цвета:



Растворы галогенидов металлов образуют с ионами Ag^+ белый творожистый осадок хлорида, и бледно-зеленый — бромида:

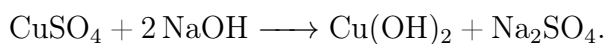


Осадок хлорида серебра хорошо растворяется в растворе аммиака с образованием комплексного соединения:



Качественные реакции на ионы меди

Качественная реакция на ионы меди +2 — взаимодействие солей меди (II) с щелочами. При этом образуется голубой осадок гидроксида меди (II).



Соли меди (II) окрашивают пламя в зеленый цвет.

Разные значения плотности у металлов влияют на вес изделий. В зависимости от состава и пробы плотность серебра — $10,49 \text{ кг/м}^3$, а меди $8,92 \text{ г/см}^3$.

Соответственно, медное изделие будет легче серебряного аналога при равных размерах и форме.

Разная теплоемкость

Удельная теплоёмкость — это количество тепла, которое требуется затратить, чтобы нагреть 1 кг вещества на 1 градус по шкале Кельвина (или Цельсия).

Медь	400 Дж/(кг·К)
Серебро	250 Дж/(кг·К)

Отличительной чертой меди и серебра является их относительная легкоплавкость. Эти два металла очень пластичны. Серебро обладает гораздо более высокими, чем у всех остальных элементов, теплопроводностью и электропроводностью, а медь по этим параметрам находится на втором месте.

Физические свойства серебра

По высказыванию Д. И. Менделеева в учебнике «Основы химии», серебро обладает наиболее «чистым» белым цветом среди всех металлов.

Серебро обладает замечательной отражающей способностью — около 95% в видимой части спектра, что является наибольшим среди металлов. Именно это свойство серебра люди использовали для изготовления зеркал. Наиболее древнее из обнаруженных зеркал было изготовлено из отполированного серебра около 5 тысяч лет назад. Стоили серебряные зеркала очень дорого и, естественно, позволить себе обладать ими могли только очень богатые люди. Более привычные нам стеклянные зеркала появились лишь около 600 лет назад.

Серебро является довольно тяжелым металлом, его плотность составляет $10,5 \text{ г/см}^3$. Оно почти в два раза легче золота ($19,32 \text{ г/см}^3$), немного легче свинца ($11,3 \text{ г/см}^3$), но тяжелее меди ($8,96 \text{ г/см}^3$) и железа ($7,87 \text{ г/см}^3$).

Серебро обладает наибольшей теплопроводностью среди металлов. Поэтому следует аккуратно использовать серебряные столовые приборы с горячими блюдами. К примеру, серебряная чайная ложка в чашке с очень горячим чаем мгновенно нагревается, и может даже стать причиной ожога.

Одним из главных свойств серебра является его уникальная электрическая проводимость. При температуре $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ оно обладает наибольшей электропроводностью среди всех элементов.

Серебро плавится при температуре $+961 \text{ }^\circ\text{C}$, которая является наименьшей среди всех драгоценных металлов. Поэтому серебро, как и золото с температурой плавления в $+1063 \text{ }^\circ\text{C}$, люди научили обрабатывать плавкой с незапамятных времен. Температуры горения угля для этого было вполне достаточно.

Чистое серебро — очень мягкий, ковкий и пластичный металл. По мягкости и ковкости серебро немного уступает золоту, но по пластичности (то есть способности менять форму под воздействием нагрузки не разрушаясь) превосходит золото. Эти качества обуславливают широкое применение серебра для изготовления ювелирных украшений.

Химические свойства серебра

Как и все благородные металлы, серебро является инертным металлом, и в природе практически не вступает во взаимодействие с другими веществами. Однако в ряду драгоценных металлов, серебро является наиболее реакционноспособным.

Серебро растворяется в азотной кислоте, в горячей концентрированной серной

кислоте. В отличие от золота и платины, серебро не растворяется в царской водке из-за образования на поверхности металла защитной пленки из хлорида серебра. Серебро легко растворяется в ртути, образуя амальгаму. Физические свойства меди. Медь — пластичный, розовато-красный металл с металлическим блеском. Обладает высокой тепло — и электропроводностью, по значению электропроводности уступает только серебру. Температура плавления +1083 °С, температура кипения +2567 °С, плотность 8,92 г/см³. На воздухе медь покрывается плотной зелено-серой пленкой основного карбоната, которая защищает её от дальнейшего окисления.

Химические свойства меди

- При нагревании реагирует с кислородом: $O_2 + 2Cu = 2CuO$.
- При длительном пребывании на воздухе реагирует с кислородом даже при комнатной температуре: $O_2 + 2Cu + CO_2 + H_2O = Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$.
- Вступает в реакции с азотной и концентрированной серной кислотой:
 $Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$.
- С водой, растворами щелочей, соляной и разбавленной серной кислотой медь не реагирует.

Реакции окисления

Медь: — 1 балл

В атмосферных условиях, под действием кислорода медь окисляется, в результате чего образуется оксид меди (I) (закись меди): $4Cu + O_2 = 2Cu_2O$.

- При нагревании реагирует с кислородом: $O_2 + 2Cu = 2CuO$.
- При длительном пребывании на воздухе реагирует с кислородом даже при комнатной температуре: $O_2 + 2Cu + CO_2 + H_2O = Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$.

Серебро: — 1 балл

С кислородом воздуха серебро не реагирует, но окисляется озоном при небольшом нагревании.

При окислении серебра озоном O_3 получается оксид, простейшая формула которого Ag_2O : $Ag + O_3 = Ag_2O + O_2$.

Что произойдет с пластинами при продолжительном пребывании на воздухе в присутствии углекислого газа и при повышенной влажности после извлечения из фильтрационной системы? Запишите уравнения реакций с пояснениями.

В атмосферных условиях, под действием кислорода медь окисляется, в результате чего образуется оксид меди (I) (закись меди): $4Cu + O_2 = 2Cu_2O$.

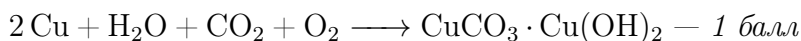
Цвет этого соединения коричнево-красный.

При дальнейшей оксидации образуется чёрный оксид меди (II): $2Cu + O_2 = 2CuO$.

Коррозия меди. Электроны двигаются от меди к кислороду.

Вывод: происходит окисление меди и на поверхности изделия образуется оксидная пленка.

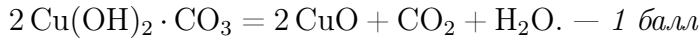
Влажность и углекислый газ после длительного пребывания на воздухе вызывают образование зеленого налета на медных изделиях — карбоната меди и гидроксида меди (смесь их называется малахитом):



С кислородом воздуха серебро не реагирует. — 1 балл

Что изменится, если после влияния, указанного в п. 3 пластины нагреть?

После нагревания меди преобразование зеленого в черный налет обусловлено разложением малахита (зеленый) и получением оксида меди (II) (черный):



Вычислите массу оксида серебра Ag_2O , полученного при окислении серебряной пластины массой 7 г:

$$N = m/M = 7/108 = 0,065 \text{ моль};$$

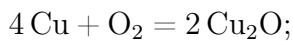
$$M(\text{Ag}_2\text{O}) = 108 \cdot 2 + 16 = 232 \text{ г/моль};$$

$$0,065 \text{ моль серебра} - 7 \text{ г};$$

$$1 \text{ моль} - X \text{ г};$$

$$X = 7 \cdot 232/108 = 15 \text{ г}. \quad - 1 \text{ балл}$$

Какую массу должна иметь медная пластина, если при реакции окисления меди количество оксида меди (I) будет равно рассчитанному количеству оксида серебра из п. 5? — 1 балл



$$15 \text{ г};$$

$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = 143 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ г/моль};$$

$$2 \text{ моль Cu}_2\text{O} - 15 \text{ г};$$

$$4 \text{ моль} - X \text{ г};$$

$$X/4 \cdot 63,5 = 15/2 \cdot 143;$$

$$X = 15 \cdot 4 \cdot 63,5 / (2 \cdot 143) = 13,32 \text{ г}.$$

Известно, что форель является ценным пищевым сырьем и в процессе разведения достаточно чувствительна к условиям окружающей среды и качеству воды. Предположите, какое влияние на биологические объекты и качество воды могло бы оказать постоянное присутствие в системе описанных металлов и их ионов. — 1 балл

Медь — может корродировать (корродировать), что приведет к появлению потенциально токсичных веществ в воде.

Серебро — потенциально токсично, в большей мере для м/о.

Задача VI.1.3.4. Лекарственные препараты из растительного сырья (20 баллов)

Условие

В процессе получения водного раствора из смеси компонентов растительного сырья для производства «Грудного сбор от кашля» в партии конечной продукции (водного раствора) обнаружено превышение концентрации алкалоидов.

Необходимо осуществить процесс извлечения данного компонента из водного раствора методом жидкофазной экстракции с применением хлороформа. Известно, что в 100 л водного раствора находится 100 г алкалоидов. При этом распределение вещества в растворе растительного сырья и экстрагенте составляет 0,0255 моль/л и

0,51 моль/л соответственно.

1. Вычислите коэффициент распределения вещества между водой и жидким экстрагентом.
2. Сколько г вещества экстрагируется из водного раствора за одно экстрагирование, если 100 л водного раствора взболтать с 500 мл вещества-экстрагента?
3. Сколько раз необходимо повторить процесс экстрагирования, чтобы концентрация компонента стала ниже 82%?
4. Сколько г вещества при этом останется в растворе?
5. Сформулируйте общий принцип, на котором основывается процесс экстракции. От каких физико-химических свойств зависит эффективность процесса?
6. В каком оборудовании можно осуществить указанный процесс в лаборатории?
7. Зарисуйте стадии прохождения экстракции и обозначьте в какой фазе находится целевой продукт, в соответствии с условием задачи.

Решение

1. $K = c_1/c_2 = 0,0255/0,51 = 0,05$. — 2 балла.
2. $G_1 = g_0(k \cdot V_1/(k \cdot V_1 + V_2)) = 100 \cdot (0,05 \cdot 100/(0,05 \cdot 100 + 0,5)) = 90,1$ г — осталось в растворе. — 2 балла
100 г — 90,1 г = 9,9 г — было экстрагировано. — 2 балла
3. Количество экстракций — 2 раза. — 2 балла
4. $G_2 = g_0(k \cdot V_1/(k \cdot V_1 + V_2)) = 90,1 \cdot (0,05 \cdot 100/(0,05 \cdot 100 + 0,5)) = 81,9$ г — осталось в растворе. — 2 балла
5. При смешении растворителя с исходным сырьем происходит перераспределение его компонентов между растворителем и остальной частью смеси. Чтобы извлечь нужные компоненты, необходимо получить гетерогенную систему, состоящую из двух жидких фаз, между которыми и распределяются извлекаемые компоненты. При контакте с избирательным растворителем образуются два раствора: экстрактивный, содержащий извлеченные компоненты и рафинатный, содержащий неизвлеченные компоненты. Эти два компонента образуют расслаивающуюся систему, поэтому их можно разделить отстаиванием под действием гравитации и центробежных сил. — 2 балла
6. Процесс можно осуществить в делительной воронке. — 2 балла
7. Целевой продукт остается в исходной фазе, в водном растворе. — 2 балла
Перечислены все ключевые стадии. — 2 балла
Есть рисунок. — 2 балла
Пример рисунка из пособия. Методы выделения и очистки органических веществ: Учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей 260300, 250600, 320700, 070100, 250100, 250400, 251100, 251200 всех форм обучения/ Тарнопольская М. М., Субоч Г. А., Товбис М. С., Семиченко Е. С.- Красноярск: СибГТУ, 2003. — 40 с.

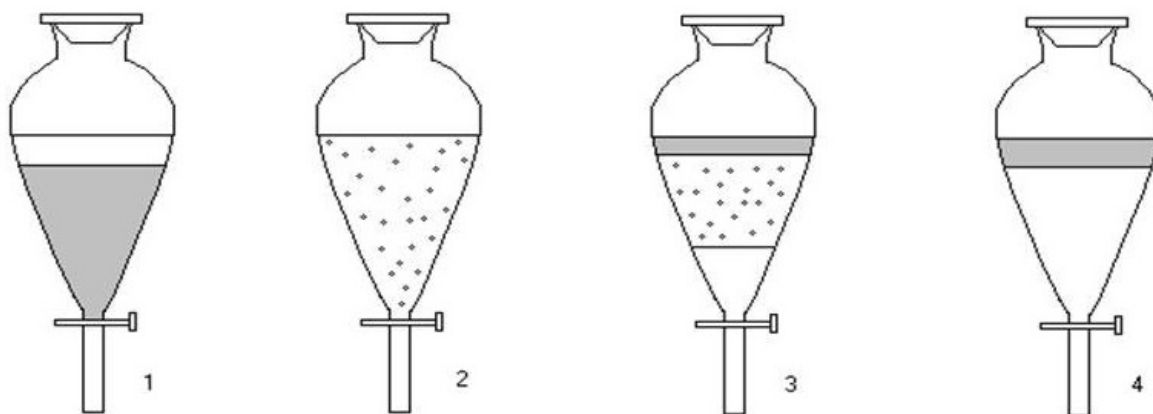


Рисунок 7 Экстракция органических веществ из воды с помощью делительной воронки

- 1 - Начало экстракции: слой экстрагента сверху, водный слой - внизу.
- 2 - Смесь после взбалтывания.
- 3 - Начало разделения слоев. Вверху экстрагент, внизу водный слой, между ними - еще не разделившаяся смесь.
- 4 - Завершение экстракции. В верхнем слое - экстрагент с извлеченным органическим веществом

Задача VI.1.3.5. Получение удобрений (15 баллов)

Условие

Аммиак имеет большое промышленное значение, и используется в сельском хозяйстве, в частности, для получения удобрений, при этом являясь естественным продуктом жизнедеятельности некоторых живых организмов.

Так, продуктом обмена веществ у головоногих моллюсков является аммиак. В сутки один моллюск выделяет 1,5 г аммиака.

1. Вычислите массовую долю аммиака в аквариуме объемом 10 л, если известно, что коэффициент заполнения аквариума водой составляет 50%, а в емкости находится 2 моллюска на протяжении 25 суток.
2. Каким будет общий объем воды в аквариуме еще через 90 суток, если плотность раствора станет равной $0,997 \text{ г/см}^3$?
3. Азот в природной среде может принимать различные формы, циркулируя в средах и экосистемах. Как называется данный процесс и какую роль играет в нем аммиак? Дайте подробное описание и схему процесса.
4. Аммиак является ценным сырьевым продуктом. Так, водный раствор аммиака широко применяется в медицине в виде нашатырного спирта, а используя несколько стадий химических превращений, из аммиака получают азотную кислоту. Запишите описанную цепочку превращений в виде стадий и суммарной реакции.
5. Известно, что азотная кислота дает специфическую реакцию на белки. В чем заключается особенность данной реакции?

Решение

1. Вычислим массовую долю аммиака: — 2 балла.
75 г в 5 л;
Масса раствора $5000 + 75 = 5075$ г;
Массовая доля $75/5075 = 0,0148$ или 1,48%.
2. Вычислим объем воды: — 2 балла
Масса раствора $5000 + 3 \cdot 115 = 5345$ г;
Объем $5345/0,997 = 5,361$ л.
3. Круговорот азота, азотный цикл. — 2 балла



Пример простейшего графического изображения с сайта akvariumistica.ru. — 2 балла

4. Процесс производства разбавленной азотной кислоты складывается из трех стадий:
 - 4.1. конверсии аммиака с целью получения оксида азота
 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$; — 1 балл.
 - 4.2. окисления оксида азота до диоксида азота
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$; — 1 балл.
 - 4.3. абсорбции оксидов азота водой
 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$; — 1 балл.Суммарная реакция образования азотной кислоты выражается
 $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. — 2 балла.
5. Ксантопротеиновую реакцию проводят для обнаружения белков, содержащих в своем составе ароматические аминокислоты. К раствору белка прибавляем концентрированную азотную кислоту. Белок свертывается. При нагревании белок желтеет. При добавлении избытка аммиака окраска переходит в оранжевую. — 2 балла

Химия. 10–11 классы

Задача VI.1.4.1. Агробиотехнологии (15 баллов)

Условие

В лаборатории «Агробиотехнологии» научно-исследовательского центра произошло чрезвычайное происшествие.

В накопительный бак объемом 80 л, применяемый для приготовления питательного раствора гидропонной системы, попало постороннее вещество, в результате чего жидкость приобрела оранжево-бурый оттенок.

Когда бак опорожнили для промывки перед дальнейшим использованием, оказалось, что стенки емкости не содержат налета и загрязнений, а вода стекает по ним практически без капель.

Для того чтобы исключить возможность забивания труб органическими остатками, ржавчиной и окалиной, трубы стока залили серной кислотой. Затем емкость обеззаразили, чтобы исключить возможное микробиологическое загрязнение, обработав этиловым спиртом. При дальнейшей промывке бака горячей водой было обнаружено, что в местах стока в канализацию образовались кристаллы тёмно-фиолетового цвета.

В результате анализа стало известно, что вещество-загрязнитель хорошо растворимо в воде (в 100 мл воды растворяется 4,9 г), а значение предельно-допустимой концентрации составляет 0,01 мг/м³.

1. Вычислите максимальную массу вещества-загрязнителя, способного раствориться в баке, рабочий объем которого составляет 80% от геометрического.
2. Как можно охарактеризовать вещество-загрязнитель по степени токсичности?
3. Известно, что вещество обладает сильными окислительными свойствами, в связи с чем широко применяется в химии, фотографии, пиротехнике и различных областях промышленности. Для получения данного вещества необходимо смешать соли калия и хромовой кислоты с водой, отфильтровать, прибавить концентрированную азотную кислоту с водой и перемешать. Раствор выпаривают на водяной бане до появления кристаллической пленки, охлаждают, отфильтровывают и отжимают между листами фильтровальной бумаги. Запишите уравнение реакции получения данного вещества. Какое вещество является побочным продуктом данной реакции? Дайте его краткое описание.
4. Определите вещество-загрязнитель, запишите его химическую формулу и название, опишите основные свойства.
5. Запишите уравнения химических реакций, описанных в условии задачи с комментариями.
6. Откуда данное вещество могло попасть в бак, если в научно-исследовательском центре рядом с лабораторией «Агробиотехнологии» находятся лаборатории «Микробиология почв», «Минеральные удобрения» и «Аналитическая химия»? Обоснуйте свое предположение и подробно опишите процесс, в котором может участвовать данное соединение.

Решение

1. $80 \text{ л} \cdot 0,8 = 64 \text{ л}$; — 1 балл
 $(64/0,1) \cdot 4,9 = 3136 \text{ г}$. — 1 балл
2. Вещество высокотоксично ($0,01 \text{ мг/м}^3$). — 1 балл
3. $2 \text{ KCl} + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \longrightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{ NaCl}$; — 1 балл
(маловероятно протечение данной реакции)
 $3 \text{ K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ Cr(OH)}_3 + 3 \text{ K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ KOH}$;
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2 \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} = 2 \text{ KHSO}_4 + 2 \text{ CrO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$.
Или другие верные или частично верные уравнения от участников.
NaCl — натриевая соль соляной кислоты, поваренная соль, основным компонентом которой и является. — 1 балл
4. Дихромат калия (двуххромовокислый калий, бихромат калия, техн. хромпик) — неорганическое соединение, калиевая соль дихромовой кислоты с химической формулой $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, имеет вид оранжевых кристаллов. Обладает сильными окислительными свойствами, в связи с чем широко применяется в химии, фотографии, пиротехнике и различных областях промышленности. — 2 балла
5. Уравнения химических реакций можно выразить цепочкой превращений. — 3 балла
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4 \text{ H}_2\text{SO}_4 + 17 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ KCr(SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ CH}_3\text{COH}$.
Хромокалиевые квасцы образуются в местах стока и имеют фиолетовый цвет. — 1 балл
6. Хроматометрия. Данное соединение используется при титровании. Лаборатория «Аналитическая химия» под подозрением. — 2 балла
Приведено подробное описание титрования и хроматометрии. — 2 балла

Задача VI.1.4.2. Питательные растворы (25 баллов)

Условие

Для выращивания земляники в гидропонной установке тестируются варианты питательного раствора особого состава. Известно, что для приготовления раствора в 20 л дистиллированной воды растворяют 600 г сухой смеси, в которой находится нитрат калия, дигидроортофосфат калия и аммиачная селитра в пропорции 2 : 3 : 1 (по массе) соответственно.

1. Запишите уравнения соединений, входящих в состав смеси.
2. Вычислите массу каждого компонента в смеси.
3. Определите массовую долю азота в каждом компоненте смеси.
4. Вычислите суммарную массу азота в получившемся питательном растворе.
5. Цикл развития растения состоит из вегетации, цветения, плодоношения, каждый из которых длится 30 суток.
6. В период плодоношения у растения вдвое снижается потребление азота (по массе) и на 10% повышается объем используемой воды в сутки. Вычислите общий массу раствора, требуемого на весь период плодоношения с корректировкой по количеству азота.
7. Какое из соединений, входящих в исходный состав смеси, может быть исключено без сокращения общего элементного разнообразия смеси? Распределите

его долю по массе на оставшиеся компоненты и вычислите массу каждого компонента полученной смеси и суммарную массу азота в получившейся смеси.

8. Предложите компоненты органического происхождения для создания подкормки, богатой кальцием и серой.

Решение

1. Запишем уравнения соединений, входящих в состав смеси:

NH_4NO_3 — аммиачная селитра; — 1 балл

KH_2PO_4 — дигидроортофосфат калия; — 1 балл

KNO_3 — нитрат калия. — 1 балл

2. Вычислим массу каждого компонента в смеси.

Для этого 600 г разделим на количество частей компонентов в смеси:

$$600/(2 + 3 + 1) = 100 \text{ г.} \text{ — 1 балл}$$

Тогда:

$$100 \cdot 2 = 200 \text{ г} \text{ — нитрат калия; — 1 балл}$$

$$100 \cdot 3 = 300 \text{ г} \text{ — дигидроортофосфат калия; — 1 балл}$$

$$100 \cdot 1 = 100 \text{ г} \text{ — аммиачная селитра. — 1 балл}$$

3. Вычислим массовую долю азота в каждом компоненте смеси:

KNO_3 — нитрат калия;

$$W_1(\text{N}) = M(\text{N})/M(\text{KNO}_3) = 14/101 = 0,14; \text{ — 1 балл}$$

KH_2PO_4 — дигидроортофосфат калия;

$$W_2(\text{N}) = 0;$$

NH_4NO_3 — аммиачная селитра;

$$W_3(\text{N}) = M(\text{N})/M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 28/80 = 0,35. \text{ — 1 балл}$$

4. Вычислим массу азота:

$$m_1(\text{N}) = 200 \cdot 0,14 = 28 \text{ г; — 1 балл}$$

$$m_2(\text{N}) = 0;$$

$$m_3(\text{N}) = 100 \cdot 0,35 = 35 \text{ г; — 1 балл}$$

$$\text{Суммарная масса азота } m = 28 + 35 = 63 \text{ г. — 1 балл}$$

5. В сутки потребление азота составляет 63 г. Тогда за 30 суток количество азота при прошлых концентрация будет равно:

$$63 \cdot 30 = 1890 \text{ г. — 1 балл}$$

Необходимое количество азота в период плодоношение будет равно:

$$0,5 \cdot 1890 = 945 \text{ г. — 1 балл}$$

Общее количество других компонентов смеси будет равно:

$$600 \cdot 30 - 1890 = 17055 \text{ г. — 1 балл}$$

Общее количество воды, потрачено на период плодоношения:

$$20 \cdot 30 \cdot 1,1 = 660 \text{ л;}$$

$$\text{Масса воды } V_{\text{р-ра}} = 660 \text{ л} = 660000 \text{ г. — 1 балл}$$

$$\text{Общая масса раствора } 660000 \text{ г} + 16635 \text{ г} = 676635 \text{ г. — 1 балл}$$

6. KNO_3 — нитрат калия дублирует элементным составом уже существующие в смеси более сложные соединения. — 2 балл

2 : 3 : 1 (по массе) при новых условиях переходят в 4 : 2 (дигидроортофосфат калия и аммиачная селитра соответственно).

$$100 \cdot 4 = 400 \text{ г} \text{ — дигидроортофосфат калия; — 1 балл}$$

$$100 \cdot 2 = 200 \text{ г} \text{ — аммиачная селитра. — 1 балл}$$

Пользуясь вычисленными значениями массовой доли азота в каждом компо-

ненте смеси вычислим массу азота в получившейся смеси.

$$m_{\text{нов}} = 0 + 200 \cdot 0,35 = 70 \text{ г} - 2 \text{ балла}$$

7. Сера — Гипс, бобовые (зеленые удобрения) и прочее. — 1 балл

Кальций — доломитовая мука, гашеная известь, яичная скорлупа и прочее. — 1 балл

Задача VI.1.4.3. Химические и биохимические превращения (25 баллов)

Условие

В мобильной микробиологической лаборатории необходимо термически обработать компоненты питательного раствора для дальнейшего пересева культур. Для этого необходимо довести до кипения 500 мл раствора. Далее, в процессе кипения испаряется 8% от общего объема. Затем питательный раствор нужно охладить.

Электропитание в лаборатории временно отсутствует, однако культивируемые штаммы микроорганизмов **X** и **A** имеют следующие особенности.

Анаэробные микроорганизмы штамма **X** в процессе жизнедеятельности поглощают питательные вещества **N**, выделяя при этом газообразное вещество **Z**.

Микроводоросли штамма **A** в процессе жизнедеятельности поглощают газообразное вещество **B**, выделяя при этом газообразное вещество **C**.

Известно, что:

- при взаимодействии вещества **Z** с веществом **C** образуется 1 молекула вещества **B** и две молекулы воды, а из вещества **C** может образоваться озон;
- в результате первой реакции выделяется 802 кДж;
- для нагрева 1 л питательного раствора требуется некоторое количество энергии — 340 кДж.

Проанализируйте предложенные данные и ответьте на следующие вопросы:

1. Назовите вещества **Z**, **B** и **C**.
2. Запишите уравнение реакции взаимодействия **Z**, **B** и **C**. Как называется данная реакция?
3. Как называется процесс микробного получения вещества **Z**?
4. Вычислите объем (при н. у.) вещества **Z**, необходимый для нагрева питательного раствора. Ответ дайте в л, округлив до десятых.
5. Запишите уравнение реакции получения озона из вещества **C**. При каких условиях возможна данная реакция?
6. Известно, что питательные вещества **N**, потребляемые микроорганизмами с последующим выделением вещества **Z**, могут иметь различный состав. Так, в роли вещества **N** может быть использована муравьиная кислота и уксусная кислота. Запишите уравнения реакций превращения предложенных веществ в вещество **Z**.
7. Дайте характеристику предложенным веществам **N**. Какие свойства их объединяют? Опишите применение данных веществ в промышленности.
8. Могут ли вещества **N** и **C** быть продуктами метаболизма других микроорганизмов? Обоснуйте свой ответ.

9. Могут ли вещества **Z**, **B** быть получены в процессе химического синтеза? Обоснуйте свой ответ и приведите примеры.

Решение

1. **Z** — метан, **B** — углекислый газ и **C** — кислород. — 3 балла
2. $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Q}$.
Экзотермическая реакция, реакция горения метана. — 2 балла
3. Метаногенез, карбонатное дыхание, анаэробное карбонатное дыхание. — 2 балла
4. Вычислим объем вещества **Z**.
Для нагрева 500 мл раствора необходимо затратить $340 \text{ кДж} \cdot 0,5 = 170 \text{ кДж}$.
Согласно уравнению реакции, 1 моль метана при сгорании выделяет 802 кДж.
Тогда $V = 22,4 \text{ л} \cdot 170 \text{ кДж} / 802 \text{ кДж} = 4,748 \text{ л} = 4,8 \text{ л}$. — 3 балла
5. $3 \text{O}_2 = 2 \text{O}_3 - \text{Q}$ — термохимическое образование озона, эндотермическая реакция. — 2 балла
6. Муравьиная кислота (метановая). — 2 балла
 $4 \text{HCOOH} = \text{CH}_4 + 3 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.
Уксусная кислота. — 2 балла
 $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$.
7. Муравьиная кислота (метановая) HCOOH слабая химическая органическая кислота, возглавляющая класс предельных одноосновных карбоновых кислот. — 2 балла
При стандартных условиях, муравьиная кислота — это бесцветная жидкость с резким запахом.
Формиат натрия применяется при производстве моющих средств.
В медицинских целях формиат натрия применяется в составе средств, снижающих содержания в крови токсичных метаболитов этилового спирта. Формиат натрия является консервантом при производстве косметических средств. Сельское хозяйство использует натрий муравьинокислый как вспомогательную добавку к корму, призванную повысить усвояемость корма.
Уксусная кислота CH_3COOH — это слабая органическая кислота, относящаяся к классу предельных карбоновых кислот. При стандартных условиях уксусная кислота — это одноосновная карбоновая кислота, представляющая собой бесцветную жидкость с характерным резким запахом и кислым вкусом. — 2 балла
8. Да. В зависимости от полноты обоснования и приведенных примеров. — 2 балла
9. Да. В зависимости от полноты обоснования и приведенных примеров химического синтеза с указанием химических реакций. — 3 балла

Задача VI.1.4.4. Получение удобрений (20 баллов)

Условие

Вопреки популярному мнению о самопроизвольности роста и развития лесов на территории России, лесное хозяйство активно применяет удобрения для повышения продуктивности лесов. С помощью тщательно подобранных удобрений можно выращивать качественный посадочный материал в необходимом количестве без изъятия и

привлечения лабораторных технологий, что особенно выгодно при выращивании ценных древесных культур. Основными требованиями, предъявляемыми к удобрениям для леса, является целесообразность их использования и экономическая обоснованность (рентабельность применения). Зачастую используются составы, уже показавшие свою высокую эффективность в сельском хозяйстве.

Так, применение безводного аммиака в сельском хозяйстве считается эффективной технологией повышения качества и количества урожая. Низкая стоимость аммиака обоснована наличием промышленных производств по химическому производству, осуществляемому путем синтеза азота и водорода.

1. Вычислите объем аммиака, который можно получить из водорода, в свою очередь полученного в результате взаимодействия воды и железа с образованием побочного продукта — 3248 г Fe_3O_4 . Запишите уравнения реакций.
Выход реакции синтеза азота и водорода принять равным 75%.
2. Вычислите общий объем полученного удобрения в л, если в качестве подкормки используется его водный раствор в концентрации 10 мл аммиака на л удобрения.
3. Какую территорию мы сможем обработать данным удобрением при потребности корневой системы в 150 л удобрения на 1 га леса и при учете потерь при распылении с воздуха 40%?
4. Известно, что аммиак является сырьем для получения целого ряда удобрений. Запишите химические реакции и рецептуры получения азотно-серного и хлорно-азотистого минерального удобрения и назовите данные удобрения согласно номенклатуре.
5. Одним из полезных продуктов, получаемых из аммиака, является нашатырный спирт. Запишите его структурную формулу. Альтернативным способом получения данного соединения является гидролиз нитрата аммония. Запишите перечисленные уравнения реакций.
6. Для производства значительного количества удобрения, описанного в п. 2 на месте (у конечного потребителя) в пересчете на аммиак необходимо переместить порядка 20 т сырья. Согласно нормам и требованиям, при перемещении аммиака необходимо соблюдать дополнительные меры безопасности. Так, при доставке аммиака должны быть использованы специализированные автоцистерны, аммиаковозы и танк-контейнеры, которые заливаются на складах или химкомбинатах.
7. Поставщик аммиака не имеет достаточного количества оборудования для обеспечения процесса перевозки.
Пользуясь перечисленными выше химическими реакциями, предложите альтернативные схемы перевозки необходимого сырья и компонентов для приготовления удобрения без перевозки чистого аммиака.

Решение

1. Уравнение реакции:
$$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \uparrow. \quad - 1 \text{ балл}$$
Найдем количество оксида железа(III):
$$n = m/M;$$
$$M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 56 \times 3 + 16 \times 4 = 232 \text{ г/моль}. \quad - 1 \text{ балл}$$
$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3248/232 = 14 \text{ моль}. \quad - 1 \text{ балл}$$

Найдем объем водорода:

$$V = n \times V_m;$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль};$$

$$V(\text{H}_2) = 14 \times 22,4 = 313,6 \text{ л}; \text{ — } 1 \text{ балл}$$



$$V = 2/3 \cdot 313,6 \cdot 0,75 = 156,8 \text{ л аммиака. — } 1 \text{ балл}$$

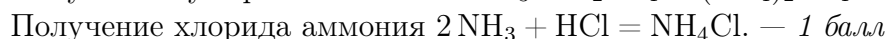
2. Общее количество полученного удобрения:

$$156,8 \text{ л}/(10 \text{ мл/л}) = 156,8/0,01 = 15680 \text{ л. — } 1 \text{ балл}$$

Какую территорию мы сможем обработать данным удобрением при расходе 150 л подкормки на 1 га леса?

$$15680/(150 \cdot 1,4) = 74,67 \text{ га, — } 1 \text{ балл}$$

3. Сульфат аммония, хлорид аммония. — 2 балла



4. Гидрат аммония (нашатырный спирт) NH_4OH или $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. — 2 балла

Нашатырный спирт можно получить двумя основными способами:

- непосредственным взаимодействием аммиака и воды —



- гидролизом нитрата аммония —



5. Удобрение, разработанное в п. 2, является водным раствором аммиака и нашатырным спиртом. — 1 балл.

Далее, в зависимости от выбранной цепочки превращения, из решения выше технология оценивается максимально в 3 балла, если к перевозке рекомендуется избегать перевозки больших объемов жидкости и использовать сухие вещества и смеси.

Задача VI.1.4.5. Структуры и свойства веществ (15 баллов)

Условие

В производственный цех привезли два материала, один из которых будет использоваться для массового производства многоразовых пробок для колб, второй — для заполнения пустот между деталями при сборке герметичной лабораторной установки.

Образцы массой по 50 г поместили в раствор ацетона на 60 мин. Степень набухания образца из материала 1 составила 12% (по массе), а образца из материала 2 — 47% (по массе).

Материал 1

Получается при внутримолекулярной дегидратации и межмолекулярном дегидрировании атомов этанола исключительно в присутствии двух амфотерных оксидов — цинка и алюминия и высокой температуре (4500 °С). Процесс проходит с образованием двух молекул воды и одной молекулы водорода.

Материал 2

Получают из деревьев в виде коллоидного раствора естественного происхождения и коагулируют раствором кислоты. Данное соединение состоит из мономеров изопрена.

1. Запишите описанное уравнение реакции получения материала 1.
2. Запишите названия и формулы веществ (материалов) под номером 1 и 2.
3. К какому классу соединений можно отнести предложенные материалы 1 и 2? Дайте характеристику данному классу веществ.
4. Приведите примеры двух природных соединений, относящихся к данному классу веществ и находящихся в растительных клетках в качестве их компонентов и запасных веществ.
5. Запишите их формулы и приведите примеры их использования в промышленности.
6. Вычислите исходную массу материала 1, потребовавшегося для производства 50 деталей массой 275 г каждая. Перед взвешиванием конечная деталь вымачивается в ацетоне в течение 60 мин.
7. Сколько целых деталей можно получить из той же массы материала 2, при условии, что перед взвешиванием конечная деталь вымачивается в ацетоне в течение 60 мин.
8. Вычислите количество моль ацетона, поглощенного материалами 1 и 2 в процессе обработки деталей, принимая, что процесс набухания происходит полностью за счет массы ацетона.
9. Опишите в виде цепочки превращений способ получения ацетона путем алкилирования бензола пропиеном с последующим окислением полученного кумола до гидропероксида с дальнейшим образованием из него фенола и ацетона.
10. Дайте рекомендации по использованию материалов 1 и 2 в соответствии с условием задачи и обоснуйте свой выбор.
11. Могут ли природные соединения, о котором шла речь в п. 4 заменить предложенные материалы? Какие экологичные материалы или детали возможно получить из данных материалов и почему?

Решение

1. Запишем уравнение реакции: — 2 балла

$$2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2.$$
2. Каучук и дивинил. — 2 балла
 Каучук (2-метилбутадиен-1,3) и имеет формулу $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, где $n = 1000 - 3000$.
 Дивинил (бутадиен-1,3) C_4H_6 или $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$.
3. Высокмолекулярные вещества (полимеры). Вещества, состоящие из мономеров, соединённых в длинные макромолекулы химическими связями. Масса их молекул может достигать нескольких десятков тысяч и даже миллионов а. е. м. — 1 балл
4. Целлюлоза, крахмал (амилоза, амилопектин). — 1 балл
5. $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ — 1 балл
 Крахмал — пищевая промышленность; органический синтез.
 Целлюлоза — бумажная, текстильная промышленность; органический синтез.
6. Вычислим исходную массу материала 1. — 1 балл
 Конечная масса материала 1 составляет $50 \cdot 275 = 13\,750$ г.
 Степень набухания составила 12%, значит исходная масса равна:
 $0,88 \cdot 13\,750 = 12\,100$ г.
7. Вычислим массу материала 2 после набухания. — 1 балл

$$12\,100 \cdot 1,47 = 17\,787 \text{ г.}$$

Количество деталей $17\,787/275 = 64,68$ шт. — 64 целых детали.

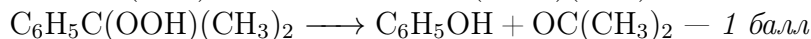
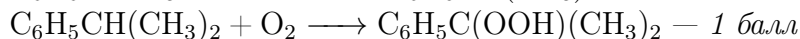
8. Общая масса, добавившаяся при набухании: — 1 балл

$$(13\,750 - 12\,100) + (17\,787 - 12\,100) = 1\,650 + 5\,687 = 7\,337 \text{ г.}$$

Молярная масса ацетона 58,08 грамм /моль.

Количество моль $7\,337/58,08 = 126,33$ моль.

9. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ — 1 балл



10. Рекомендуются использовать каучук синтетический для массового производства многоразовых пробок для колб, каучук природный для заполнения пустот между деталями при сборке герметичной лабораторной установки, т. к. последний имеет большую склонность к набуханию, что может быть полезно при заполнении пустот и обеспечении герметичности, а первый более стабилен. — 1 балл
11. Полностью на данный момент заменить не могут, так как они не обладают такими физическими свойствами. Однако крахмал и целлюлоза активно используются при создании биопластика и замене некоторых видов полимерных пластиков. — 1 балл.