

Современная пищевая инженерия

2022/23 учебный год

Первый отборочный этап

Предметный тур. Биология

Первая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача II.1.1.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

В окружающем нас мире можно найти представителей разных царств живых организмов. Для точного определения принадлежности на таком высоком систематическом уровне достаточно знать несколько признаков. Естественно, есть организмы, которые сложно отнести к конкретному царству из-за набора признаков разных царств. Из предложенного списка признаков выберите все, которые соответствуют большинству представителей растений.

1. Клетки растений имеют плотные целлюлозные оболочки.
2. В клетках большинства растений находятся пластиды — хлоропласты.
3. Большинство растений ведут прикрепленный образ жизни.
4. Запасные вещества в клетках накапливаются в виде крахмала.
5. В основном имеют неограниченный рост.
6. Растения в основном являются продуцентами.
7. Растения в основном являются консументами.
8. Растения в основном являются редуцентами.
9. В основном имеют ограниченный рост.
10. Клетки растений имеют плотные муреиновые оболочки.
11. Клетки растений имеют плотные хитиновые оболочки.
12. Запасные вещества в клетках накапливаются в виде гликогена.
13. Большинство растений свободно перемещаются в пространстве.

Ответ: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Задача II.1.1.2. (10 баллов)

Темы: физиология.

Условие

В 1954 г. две группы исследователей Х. Хаксли и Дж. Хэнсон, также А. Хаксли с Р. Нидергерке предложили теорию скользящих нитей для объяснения механизма

мышечного сокращения. В дальнейшем данная теория подтвердилась, благодаря исследованию белков мышц и пониманию, какие вещества задействованы в мышечном сокращении.

Из предложенного списка выберите два белка — один, к которому присоединяется кальций, и другой, для которого освобождается место прикрепления после присоединения кальция в процессе мышечного сокращения скелетных и сердечных мышц.

1. Миозин.
2. Актин.
3. Тропомиозин.
4. Тропонин.
5. Титин.
6. Небулин.

Ответ: 1, 4.

Задача II.1.1.3. (12 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Наверняка вы уже ходили на профилактический прием к стоматологу (если еще не ходили, то настоятельно рекомендуем не откладывать) и если требовалось лечение зуба, то врач использовал местную анестезию для снижения чувствительности оперируемого участка. Чаще всего в таком случае используются блокаторы натриевых каналов, которые блокируют возникновение потенциала действия на болевых рецепторах и передачу информации в головной мозг.

Из предложенного списка выберите блокаторы натриевых каналов.

1. Тетродотоксин.
2. Лидокаин.
3. Батрахотоксин.
4. Ботулотоксин.
5. Тубокурарин.
6. Прокаин.

Ответ: 1, 2, 6.

Задача II.1.1.4. (10 баллов)

Темы: эндокринология.

Условие

В эндокринной системе человека существует регуляторное взаимодействие между некоторыми железами. Например, выработка и выделение гормонов коры надпочеч-

ников возможна только после сигнала от гипофиза в виде специального гипофизарного гормона. Это не единственный пример, существуют и другие взаимосвязи.

В данном вопросе нужно сопоставить железы гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системы и гормоны, которые ими вырабатываются.

1. Гипоталамус	А. Тиреолиберин
2. Гипофиз	Б. Тиреотропный гормон
3. Щитовидная железа	В. Тироксин, трийодтиронин

Ответ: 1 – А, 2 – Б, 3 – В.

Задача II.1.1.5. (10 баллов)

Темы: биохимия.

Условие

Процесс расщепления гликогена называют гликогенолизом. Этот процесс включает активацию фермента фосфоорилазы. Гликогенолиз у организма происходит тогда, когда возрастает потребность в энергии. Выберите все гормоны, способные активировать фосфоорилазу.

1. Норадреналин.
2. Адреналин.
3. Секретин.
4. Глюкагон.
5. Инсулин.

Пояснения к ответу

Активация фосфоорилазы происходит под действием трех гормонов: адреналина, норадреналина и глюкагона. Под действием этих гормонов происходит активный распад гликогена в печени и мышцах. Чаще этот процесс запускается при стрессе или физической нагрузке.

Ответ: 1, 2, 5.

Задача II.1.1.6. (8 баллов)

Темы: органогенез, онтогенез.

Условие

В эмбриогенезе человека происходит последовательное развитие тканей и органов. В постэмбриональном периоде функции некоторых органов могут измениться. Выберите органы плода человека, участвующие в гемопоэзе. В постэмбриональном периоде эта функция изменится на противоположную.

1. Легкие.
2. Красный костный мозг.
3. Желтый костный мозг.
4. Печень.
5. Селезенка.

Пояснения к ответу

На пятой неделе развития плода человека печень становится органом кроветворения. После закладки селезенки в конце первого месяца в нее поступают стволовые клетки крови, и селезенка функционирует как орган кроветворения. В постэмбриональном периоде в печени и селезенке форменные элементы крови разрушаются.

Ответ: 4, 5.

Задача II.1.1.7. (10 баллов)

Темы: зоология, выделение.

Условие

Соединения азота выделяются из организма животных в виде мочевины, аммиака и мочевой кислоты. Соотнесите группы организмов и азотистый экскрет, выделяемый этими животными.

	Аммиак	Мочевина	Мочевая кислота
Ресничные инфузории			
Насекомые			
Млекопитающие			
Морские костистые рыбы			
Пресноводные костистые рыбы			
Пресмыкающиеся			

Пояснения к ответу

В процессе метаболизма аминокислот, аминогруппа удаляется путем дезаминирования и образует аммиак. Некоторые водные животные выделяют аммиак в неизменном состоянии, а другие синтезируют из него мочевины или мочевую кислоту и в таком виде экскретируют. Вид конечного продукта напрямую связан с условиями жизни. Аммиак очень токсичен, и требуется его быстрое выведение. Выделение мочевой кислоты позволяет максимально сократить потери воды, что характерно для животных, освоивших наземно-воздушную среду и засушливые районы.

Ответ:

	Аммиак	Мочевина	Мочевая кислота
Ресничные инфузории	+		
Насекомые			+
Млекопитающие		+	
Морские костистые рыбы		+	
Пресноводные костистые рыбы	+		
Пресмыкающиеся			+

Задача II.1.1.8. (10 баллов)

Темы: биосистемы.

Условие

Применение теории управления к биопроцессам позволило глубже понять функциональное взаимоотношение между компонентами системы, организма как системы. Тироксин активизирует процессы метаболизма, способствует высвобождению энергии. Соотнесите общесистемные понятия и возможные примеры, иллюстрирующие выработку тироксина.

1. Детектор	А. Гипофиз
2. Регулятор	Б. Тироксин
3. Эффектор	В. Гипоталамус
4. Выход	Г. Понижение температуры среды
5. Вход	Д. Щитовидная железа

Пояснения к ответу

Живые организмы представляют собой открытые саморегулирующиеся системы, находящиеся в динамическом равновесии со средой. Компонентами системы являются: вход, детектор, регулятор, эффектор, выход. При обеспечении терморегуляции, температура воздействует на рецепторы, сигнал распространяется в системе и происходит нейрогуморальная регуляция температуры тела гипоталамо-гипофизарной системой.

Ответ: 1 — А, 2 — Д, 3 — В, 4 — Б, 5 — Г.

Задача II.1.1.9. (6 баллов)

Темы: молекулярная биология.

Условие

За счет каких специфических веществ происходит дифференциация микрклонов растения?

1. Ферменты.
2. Фитогормоны.
3. Кадгерины.
4. Аминокислоты.

Ответ: 2.

Задача П.1.1.10. (10 баллов)

Темы: клеточная биология.

Условие

Клеточная мембрана является одним из основных органоидов клетки. Выберите утверждение, содержащее ложную информацию о свойствах клеточной мембраны.

1. Мембрана выполняет такие специфические функции, как восприятие сигнала из внешней среды, генерация потенциала действия.
2. Мембрана представляет собой тройной слой фосфолипидов, в который включены другие группы липидов и молекулы неорганических соединений.
3. Мембрана выполняет следующие функции: сохранение постоянства внутренней среды, сохранение клеточной структуры, избирательный транспорт веществ.
4. Все клетки, которые окружены мембраной, имеют общие черты строения.

Ответ: 2.

Задача П.1.1.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Микроорганизмы являются отличными продуцентами пигментов, которые затем можно использовать в различных отраслях промышленности, например, пищевой, фармацевтической, косметической, текстильной. Среди предложенных продуцентов выберите микроорганизм, который более перспективно использовать для получения хлорофилла без внесения генетических модификаций.

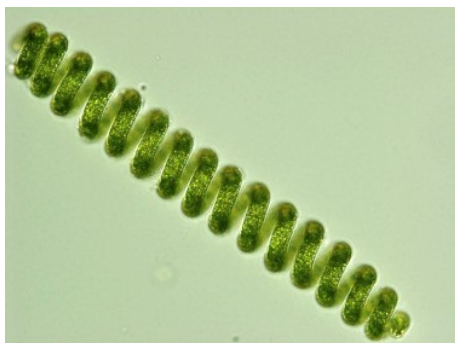


Рис. П.1.1.1. *Arthrospira platensis*



Рис. П.1.1.2. *Rhodotorula gracilis*



Рис. П.1.3. *Pseudomonas aeruginosa*

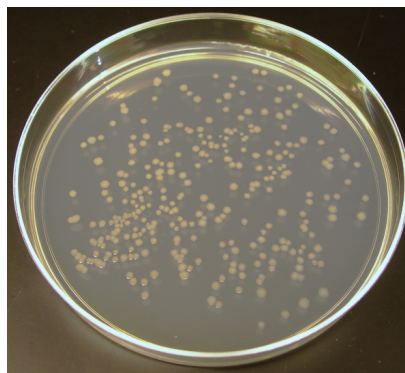


Рис. П.1.4. *Escherichia coli*

Пояснения к ответу

Хлорофилл — жирорастворимый пигмент зеленого цвета, при участии которого происходит процесс фотосинтеза. Поэтому среди предложенных культур ищем наиболее интенсивно окрашенные зеленые колонии фотосинтезирующих микроорганизмов.

1. *Arthrospira platensis* — цианобактерия (фототроф), основным пигментом которой являются хлорофиллы и фикоцианины, что делает ее идеальным кандидатом в продуценты хлорофилла.
2. *Rhodotorula gracilis* — хемотрофная бактерия, синтезирующая пигменты группы каротиноидов оранжевого цвета.
3. *Pseudomonas aeruginosa* — грамотрицательная подвижная аэробная бактерия, возбудитель нозокомиальных инфекций у человека, известна также как синегнойная палочка, так как в процессе жизнедеятельности продуцирует пигменты, вызывающие данную окраску: пиоцианин (сине-зеленого цвета), пиовердин (желто-зеленого цвета) и пиорубин (бурого-цвета). Как мы видим, хотя колонии синегнойной палочки и обладают зеленоватой окраской — это не хлорофилл. Еще одной подсказкой в данном случае является то, что *Pseudomonas aeruginosa* не способна осуществлять процесс фотосинтеза, а значит, не продуцирует хлорофилл.
4. *Escherichia coli* — грамотрицательная бактерия, которая является любимым объектом генных инженеров. И хотя генные инженеры из Массачусетского технологического института (MIT) научили кишечную палочку «различать» красный, зеленый и синий цвета, и под действием света вырабатывать цветные пигменты, в данной задаче речь идет о «природных» не модифицированных бактериях, поэтому *Escherichia coli* не подходит.

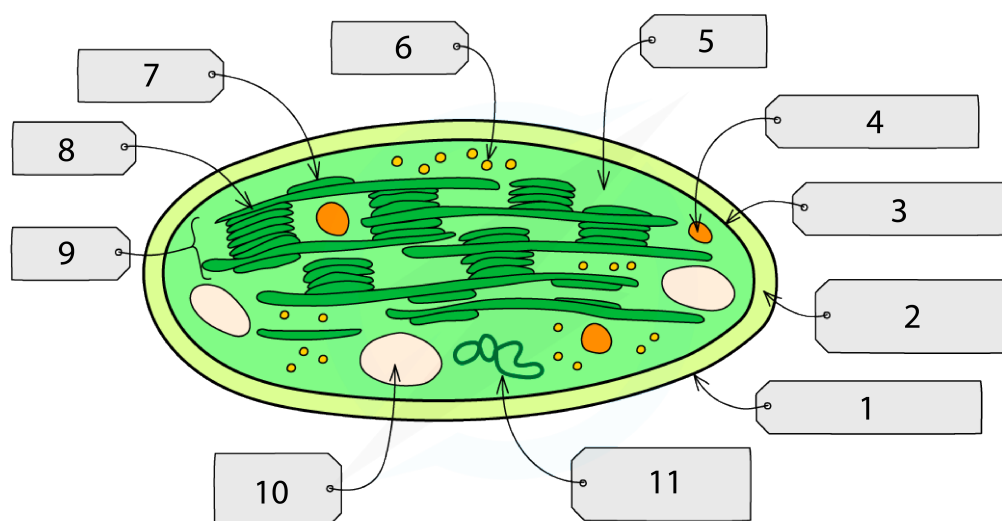
Ответ: *Arthrospira platensis*.

Первая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача П.1.2.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие



Copyright © Save My Exams. All Rights Reserved

Одним из явных отличий клеток растений от клеток животных является наличие хлоропластов, с помощью которых растения фотосинтезируют, а значение фотосинтеза в экосистеме сложно переоценить. На картинке можно увидеть схематичное изображение ультраструктуры хлоропласта. Расставьте цифры соответствующим структурам хлоропласта.

- Рибосома.
- Тилакоид.
- ДНК пластиды.
- Внешняя мембрана.
- Внутренняя мембрана.
- Ламелла.
- Межмембранное пространство.
- Строма.
- Грана.
- Капля липида.
- Гранула крахмала.

Ответ: 1 — внешняя мембрана, 2 — межмембранное пространство, 3 — внутренняя мембрана, 4 — капля липида, 5 — строма, 6 — рибосома, 7 — тилакоид, 8 — ламелла, 9 — грана, 10 — гранула крахмала, 11 — ДНК пластиды.

Задача II.1.2.2. (10 баллов)

Темы: электрофизиология.

Условие

Современные электрофизиологические методы позволяют регистрировать широкий спектр электрических сигналов разных органов и тканей человека и использо-

вать их для диагностики различных заболеваний. Сопоставьте органы/процессы и методы исследования их биопотенциалов.

1. Сердце	А. Электромиография
2. Мозг	Б. Электроретинография
3. Сетчатка глаза	В. Электроэнцефалография
4. Кожа	Г. Импедансная плетизмография
5. Кровообращение	Д. Электрогастроэнтерография
6. Скелетные мышцы	Е. Электродерматография
7. Глаз целиком	Ж. Электроокулография
8. Гладкая мускулатура желудка и кишечника	З. Электрокардиография

Ответ: 1 — З, 2 — В, 3 — Б, 4 — Е, 5 — Г, 6 — А, 7 — Ж, 8 — Д.

Задача II.1.2.3. (10 баллов)

Темы: гистология.

Условие

Наш организм состоит из разных типов тканей, которые имеют определенные свойства в соответствии с выполняемой функцией. В данном вопросе мы рассмотрим хрящевую ткань, которая представлена несколькими разновидностями в зависимости от выполняемой функции. Отметьте, из какого хряща состоят приведенные структуры.

	Гиалиновый	Эластический	Волокнистый
Носовая перегородка			
Межпозвоночные диски			
Ушная раковина			
Реберные хрящи			
Трахея			

Ответ:

	Гиалиновый	Эластический	Волокнистый
Носовая перегородка	+		
Межпозвоночные диски			+
Ушная раковина		+	
Реберные хрящи	+		
Трахея			+

Задача II.1.2.4. (12 баллов)

Темы: эндокринология.

Условие

Некоторые железы в организме человека находятся под прямым управлением специальными отделами головного мозга. Когда из мозга поступает сигнал в виде специальных гормонов, железы внутренней секреции начинают вырабатывать гормоны, которые действуют на клетки-мишени и изменяют свой обмен веществ. Отделы головного мозга действуют непосредственно на железы. Соотнесите какие гормоны какими структурами вырабатываются.

	Гипоталамус	Гипофиз	Половые железы	Кора надпочечников
Кортиколиберин				
Адренокортикотропный				
Кортизол				
Кортикостерон				
Гонадолиберин				
Фолликулостимулирующий гормон				
Лютеинизирующий гормон				
Андрогены				
Эстрогены				

Ответ:

	Гипоталамус	Гипофиз	Половые железы	Кора надпочечников
Кортиколиберин	+			
Адренокортикотропный		+		
Кортизол				+
Кортикостерон				+
Гонадолиберин	+			
Фолликулостимулирующий гормон		+		
Лютеинизирующий гормон		+		
Андрогены			+	
Эстрогены			+	

Задача II.1.2.5. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

В природе широко распространены бактерии, участвующие в круговороте азота. Без них жизнь на Земле была бы невозможна. Они осуществляют множество химических реакций, и почва насыщается соединениями, содержащими азот в доступной

для растений форме. Однако среди этих процессов есть один, который уменьшает плодородие почвы, но он необходим для круговорота азота в биосфере. Выберите этот процесс.

1. Нитрификация.
2. Денитрификация.
3. Аммонификация.
4. Азотфиксация.

Пояснения к ответу

Азот является биогеном, необходимым для синтеза белков, аминокислот, нуклеиновых кислот и др. соединений. Источником элемента азота является газ азот атмосферы. Преобразовать газ азот в водорастворимые соединения азота могут только бактерии азотфиксаторы и нитрификаторы. Благодаря этим организмам почва насыщается азотсодержащими соединениями, которые обеспечивают поступление азота в растительный организм. А денитрификаторы преобразуют нитраты в молекулярный азот, который возвращается в атмосферу.

Ответ: 2.

Задача II.1.2.6. (10 баллов)

Темы: биотехнология.

Условие

В биотехнологиях иногда требуется длительное хранение отобранного биоматериала при очень низких температурах. Чтобы сохранить жизнеспособность после размораживания, образцы обрабатывают разными криопротекторами. Выберите эти вещества — криопротекторы — из предложенного списка.

1. Глицерол.
2. Этиленгликоль.
3. Диметилсульфоксид.
4. Метронидозол.
5. Пектин

Пояснения к ответу

Этиленгликоль, глицерол, диметилсульфоксид предотвращают повреждение клеточных культур, крови, эмбрионов, органов. Помещение живых объектов в растворы криопротекторов при замораживании снижает или исключает образование льда внутри клеток и обезвоживание.

Ответ: 1, 2, 3.

Задача II.1.2.7. (10 баллов)

Темы: молекулярная биология.

Условие

В начале 50-х годов 20 века была точно установлена структура связей, соединяющих нуклеотиды одной цепи. Молекулы нуклеиновых кислот обладают способностью к самосборке и самокопированию с образованием различных химических связей. Между какими молекулярными группами за счет ковалентных связей образуется полинуклеотид?

1. Пентозами нуклеотидов нуклеотидов.
2. Фосфатной группой одного нуклеотида и пентозой другого.
3. Азотистыми основаниями и пентозами нуклеотидов.
4. Азотистыми основаниями и фосфатной группой нуклеотидов.

Пояснения к ответу

Все связи в цепях нуклеиновых кислот возникают между пятиуглеродным сахаром и фосфатной группой. Пентозой у ДНК-дезоксирибоза, а у РНК-рибоза.

Ответ: 2.

Задача II.1.2.8. (5 баллов)

Темы: гистология, энергетический обмен.

Условие

В результате цитологических исследований клеток бурого жира, располагающегося на спине новорожденных детей, животных, впадающих в спячку, детенышей животных, рождающихся голыми, было обнаружено множество митохондрий, мембраны которых пронизаны порами. Выберите все возможные объяснения этой особенности.

1. Разность потенциалов на мембране не возникает.
2. Протоны водорода проходят свободно.
3. Повышается интенсивность фосфорилирования.
4. Синтез АТФ не происходит.
5. Энергия высвобождается в виде тепла и не запасается.

Пояснения к ответу

При наличии в митохондриях внутренних мембран, пронизанных порами, протоны проходят свободно, не происходит разделения протонов и электронов по сторонам мембраны, и как следствие, не возникает разность потенциалов на мембране. Энергия не может запасаться в макроэргических связях АТФ, и высвобождается в виде тепла.

Ответ: 1, 2, 4, 5.

Задача II.1.2.9. (5 баллов)

Темы: молекулярная биология.

Условие

За счет каких специфических веществ происходит дифференциация микрорклонов растения?

1. Ферменты.
2. Фитогормоны.
3. Кадгеринины.
4. Аминокислоты

Ответ: 2.

Задача II.1.2.10. (10 баллов)

Темы: молекулярная биология.

Условие

Белки являются биополимерами, которые состоят из мономеров (аминокислот) и выполняют широкий спектр функций внутри организмов. Выберите ложные утверждения о белках, аминокислотах и их свойствах.

1. Некоторые бактерии и все растения способны синтезировать все аминокислоты, из которых строятся белки.
2. Животные в процессе эволюции обрели способность осуществлять синтез десяти особенно сложных аминокислот, называемых незаменимыми.
3. В пищеварительном тракте белки полимеризуются до аминокислот, которые всасываются в кровь и попадают в клетки.
4. В клетках из готовых аминокислот строятся собственные белки, характерные для данного организма.
5. Белки являются обязательным компонентом всех клеточных структур, и в этом состоит их важная структурная роль.

Ответ: 2, 3.

Задача II.1.2.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Микроорганизмы являются отличными продуцентами пигментов, которые затем можно использовать в различных отраслях промышленности, например, пищевой,

фармацевтической, косметической, текстильной. Среди предложенных продуцентов выберите микроорганизм, который более перспективно использовать для получения каротиноидов без внесения генетических модификаций.

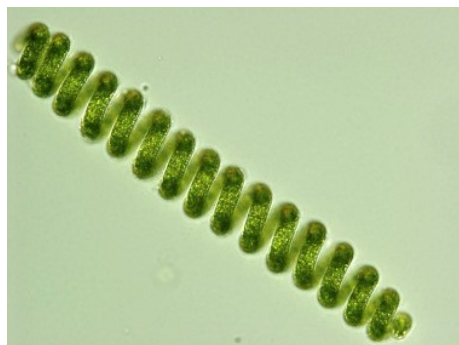


Рис. П.1.5. *Arthrospira platensis*



Рис. П.1.6. *Rhodotorula gracilis*



Рис. П.1.7. *Pseudomonas aeruginosa*

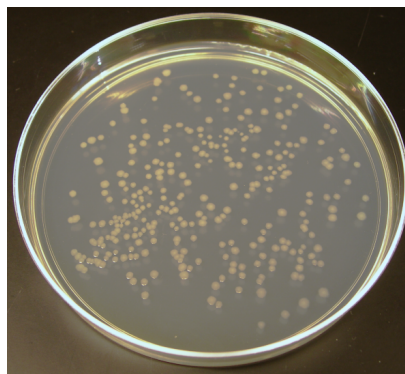


Рис. П.1.8. *Escherichia coli*

Пояснения к ответу

Каротиноиды — жирорастворимые пигменты желтого, оранжевого или красного цвета, поэтому среди предложенных культур ищем наиболее интенсивно окрашенные колонии данных цветов.

1. *Arthrospira platensis* — цианобактерия, основным пигментом которой являются хлорофиллы и фикоцианины, однако, также продуцирует и бета-каротин. Преобладающим пигментом бета-каротин не является, поэтому *Arthrospira platensis* — не лучший кандидат в его продуценты.
2. *Rhodotorula gracilis* — хемотрофная бактерия, синтезирующая пигменты группы каротиноидов оранжевого цвета — идеальный кандидат в продуценты.
3. *Pseudomonas aeruginosa* — грамотрицательная подвижная аэробная бактерия, возбудитель нозокомиальных инфекций у человека, известна также как синегнойная палочка, так как в процессе жизнедеятельности продуцирует пигменты, вызывающие данную окраску: пиоцианин (сине-зеленого цвета), пиовердин (желто-зеленого цвета) и пиорубин (бурого-цвета).
4. *Escherichia coli* — грамотрицательная бактерия, которая является любимым объектом генных инженеров. И хотя генные инженеры из Массачусетского технологического института (MIT) научили кишечную палочку «различать»

красный, зеленый и синий цвета и под действием света вырабатывать цветные пигменты, в данной задаче речь идет о «природных» не модифицированных бактериях, поэтому *Escherichia coli* не подходит.

Ответ: *Rhodotorula gracilis*.

Вторая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача II.1.3.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

На первый взгляд кажется, что растения имеют достаточно простое устройство в сравнении с животными. Тем не менее, высшие растения имеют различные специализированные и неспециализированные ткани, а также набор органов, выполняющих важные функции, которые обеспечивают жизнедеятельность растения. Сопоставьте название ткани растения с ее описанием.

1. Паренхима	А. Проводящая ткань сосудистых растений, по которой происходит транспорт продуктов фотосинтеза от зеленых частей растения к корням, цветкам и плодам
2. Склеренхима	Б. Механическая ткань, которая встречается в органах почти всех высших растений
3. Колленхима	В. Основная ткань растений, состоит из неполяризованных клеток, заполняет пространство между другими тканями растений
4. Флоэма	Г. Основная водопроводящая ткань наземных сосудистых растений
5. Ксилема	Д. Механическая ткань растений, располагающаяся в первичной коре стеблей и листьях, в основном у двудольных растений

Ответ: 1 — В, 2 — Б, 3 — Д, 4 — А, 5 — Г.

Задача II.1.3.2. (10 баллов)

Темы: высшая нервная деятельность, физиология.

Условие

Если с определением инстинкта в плане человека не все так просто, то рефлексы присущи многим живым организмам, в том числе человеку. Рефлексы обычно делят на две большие группы — условные и безусловные, или приобретенные и врожденные. Выберите все рефлексы, относящиеся к безусловным.

1. Глотание.

-
2. Мигание.
 3. Кашель.
 4. Чихание.
 5. Настораживание.
 6. Прислушивание.
 7. Поворот головы к источнику звука.
 8. Бег.
 9. Выполнение устных команд.
 10. Копирование мимики родителей.

Ответ: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Задача II.1.3.3. (12 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Анализ крови — это один из важнейших инструментов лабораторной диагностики различных заболеваний. С помощью современных лабораторных анализаторов можно с высокой точностью проводить биохимический анализ крови по широкому спектру показателей. Уровень каких показателей биохимического анализа крови нужно оценить для диагностики подагры? Из предложенного списка выберите блокаторы натриевых каналов.

1. Мочевая кислота.
2. Глюкоза.
3. Холестерин.
4. Жирные кислоты.
5. Билирубин.
6. С-реактивный белок.
7. Креатинин.

Ответ: 1, 6, 7.

Задача II.1.3.4. (10 баллов)

Темы: анатомия.

Условие

Скелет взрослого человека состоит из 206–208 костей (количество костей копчика вариативно). Кости имеют разную структуру в соответствии с выполняемыми в организме функциями. Установите соответствие типа и названия кости.

1. Трубоччатые	А. Лопатка
2. Губчатые	Б. Лобная
3. Плоские (широкие)	В. Плечевая
4. Смешанные	Г. Надколенник
5. Воздухоносные (пневматические)	Д. Крестец

Ответ: 1 – В, 2 – Г, 3 – А, 4 – Д, 5 – Б.

Задача II.1.3.5. (8 баллов)

Темы: физиология выделения.

Условие

При недостаточном потреблении воды, усиленном потоотделении или после приема соленой пищи осмотическое давление возрастает. Активируются процессы, направленные на сохранение гомеостаза. Какие процессы происходят при увеличении осмотического давления крови? Необходимо выбрать все соответствующие процессы.

1. Высвобождение АДГ.
2. Эпителий дистального канальца и собирательной трубки становится проницаем для воды.
3. Уменьшение объема мочи.
4. Уменьшение реабсорбции.
5. Эпителий дистального канальца и собирательной трубки не проницаем для воды.

Пояснения к ответу

При недостаточном потреблении воды или после потребления соли осморепцепторы гипоталамуса регистрируют повышение осмотического давления. Нервные импульсы передаются к гипофизу и выделяется АДГ. АДГ повышает проницаемость для воды извитого канальца и собирательной трубки. Почки выделяют меньше мочи.

Ответ: 1, 2, 3.

Задача II.1.3.6. (8 баллов)

Темы: гистология.

Условие

Одним из признаков, позволяющих дифференцировать эпителий, является форма и местоположение ядра. Соотнесите признаки с соответствующим видом эпителиальной ткани.

1. Тонкие уплощенные клетки. Ядро дисковидное расположено в центре клетки	А. Цилиндрический
2. Клетки узкие и высокие. Ядро расположено у основания клетки	Б. Плоский
3. При рассмотрении препаратов этой ткани впечатления о разноуровневом расположении ядер	В. Кубический
4. У клеток пяти или шестиугольные очертания. Ядро сферическое в центре клетки	Г. Псевдомногослойный

Пояснения к ответу

Для плоского эпителия характерны тонкие клетки с дисковидным ядром в центре. Клетки кубического эпителия имеют шестигранные очертания и сферическое ядро в центре клетки. Цилиндрический представлен высокими и узкими клетками и ядрами в основании клеток. Псевдомногослойный отличается разноуровневостью клеток прикрепленных к базальной мембране поэтому ядра находятся на разных уровнях.

Ответ: 1 — Б, 2 — А, 3 — Г, 4 — В.

Задача П.1.3.7. (8 баллов)

Темы: гомеостаз, нейрогуморальная регуляция.

Условие

Обеспечение постоянной температуры тела — важная составляющая гомеостаза. Изучение терморегуляционной активности гипоталамуса показало, что в нем имеются два различных центра. Соотнесите функции терморегуляционных центров гипоталамуса и физиологических проявлений организма.

	Центр теплоотдачи	Центр теплопродукции
Расширение кровеносных сосудов кожи		
Повышенная секреция тироксина и адреналина		
Угнетение потоотделения		
Снижение метаболической активности		
Увеличение толщины слоя неподвижного воздуха за счет поднятия волос		

Пояснения к ответу

Гипоталамус состоит из нескольких дискретных участков и обеспечивает в том числе регуляцию температуры тела. Сохранять температуру позволяет уменьшение отдачи тепла в окружающую среду при угнетении потоотделения, сохранение тепла приповерхностного воздуха. Активный метаболизм увеличивает образование тепла и стимулируется рядом гормонов.

Ответ:

	Центр теплоотдачи	Центр теплопродукции
Расширение кровеносных сосудов кожи	+	
Повышенная секреция тироксина и адреналина		+
Угнетение потоотделения		+
Снижение метаболической активности	+	
Увеличение толщины слоя неподвижного воздуха за счет поднятия волос		+

Задача II.1.3.8. (6 баллов)

Темы: иммунология.

Условие

Нормальная микрофлора кишечника играет существенную роль в обеспечении иммунитета. На значительную роль в жизни человека его микрофлоры указывал более 100 лет назад И. И. Мечников. Выберите все правильные ответы, указывающие на роль нормоофлоры кишечника в этом процессе.

1. Выработка антител.
2. Стимуляция созревания фагоцитирующих мононуклеаров.
3. Выработка ингибиторов роста и размножения патогенных организмов.
4. Осуществление фагоцитоза.

Пояснения к ответу

Нормальная микрофлора кишечника защищает от патогенных микроорганизмов, ингибируя их рост и конкурируя за питательные вещества. Около 80% иммунокомпетентных клеток организма находится в слизистой кишечника, и бактерии выделяют биологически активные вещества, стимулирующие иммунные клетки, что приводит к усилению иммунитета.

Ответ: 2, 3, 4.

Задача II.1.3.9. (15 баллов)

Темы: основы биотехнологии.

Условие

Выберите верную последовательность стадий процесса размножения растений *in vitro*.

1. Содержание коллекции в грунтах.
2. Укоренение эксплантов *in vitro*.
3. Процесс адаптации к естественной среде.
4. Обработка каллуса фитогормонами.

-
5. Выделение эксплантов.
 6. Перенос экспланта на искусственную питательную среду.
 7. Получение каллуса.

Ответ: 5, 6, 7, 4, 2, 3, 1.

Задача II.1.3.10. (5 баллов)

Темы: биохимия.

Условие

Методы разделения веществ позволяют получить в чистом виде все составляющие смесь компоненты. Выберите из предложенного списка методы, относящиеся к разделению веществ.

1. Охлаждение.
2. Закисление.
3. Перемешивание.
4. Нагревание.
5. Перегонка.
6. Адсорбция.
7. Фильтрование.
8. Отстаивание.

Ответ: 5, 6, 7, 8.

Задача II.1.3.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Чтобы решить проблему железодефицитной анемии, вы провели генную модификацию цианобактерии *Arthrospira platensis* и улучшили в ней наработку фикоцианина — пигмент-белкового комплекса светло-голубого цвета. Выберите, какую часть лучей видимого спектра отражает фикоцианин.

1. Зеленый.
2. Голубой.
3. Желтый.
4. Оранжевый.
5. Красный.

Пояснения к ответу

Фикоцианин — пигмент светло-голубого цвета, значит, он отражает голубую часть видимого спектра.

Ответ: 2.

Вторая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача II.1.4.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

Листья растений в летнее время имеют окраску зеленого цвета. Также можно заметить, что плоды и цветки растений бывают разных цветов, не только зеленого. Цвет, в данном случае, обеспечивается пигментами, которые растения синтезируют, в том числе, чтобы улавливать свет разной длины волны в процессе фотосинтеза. Выберите какие пигменты в каких растениях и водорослях можно встретить.

	Высшие растения	Бурые водоросли	Красные водоросли	Сине-зеленые водоросли
Фикоэритрин				
Мальвидин				
Фукоксантин				
Фикоцианин				

Ответ:

	Высшие растения	Бурые водоросли	Красные водоросли	Сине-зеленые водоросли
Фикоэритрин			+	
Мальвидин	+			
Фукоксантин		+		
Фикоцианин				+

Задача II.1.4.2. (10 баллов)

Темы: электрофизиология.

Условие

Вам необходимо установить уровень активности нейронов слуховой коры в височной доле головного мозга в режиме реального времени. Какими методами это можно сделать?

1. фМРТ.
2. Рентген/КТ (без контраста).
3. Транскраниальное УЗИ.
4. ЭЭГ.
5. Биопсия.

6. МЭГ.
7. ТМС.

Ответ: 1, 4, 6.

Задача II.1.4.3. (10 баллов)

Темы: эндокринология.

Условие

Гормоны в нашем организме бывают разных типов: белково-пептидные, аминокислотные, стероидные и другие. В зависимости от типа они действует через разные рецепторы, обладают разной скоростью выделения в кровь и выведения из метаболизма. Из предложенных гормонов нужно выбрать только аминокислотные.

1. Адреналин.
2. Норадреналин.
3. Тироксин.
4. Инсулин.
5. Кортизол.
6. Кортикостерон.
7. Мелатонин.
8. Кальцитонин.

Ответ: 1, 2, 3, 7.

Задача II.1.4.4. (12 баллов)

Темы: гистология.

Условие

В нашем организме встречается много морфологически разных эпителиев — они различаются по форме клеток и взаимосвязи с базальной мембраной. Все клетки однослойных эпителиев связаны с базальной мембраной, а в многослойных с базальной мембраной взаимодействует только самый нижний слой клеток. Также по форме клетки бывают плоскими, кубическими и призматическими. Выберите, где располагается тот или иной эпителий.

1. Однослойный плоский эпителий	А. Желудок, тонкий и толстый кишечник
2. Однослойный кубический эпителий	Б. Носовая полость, трахея, бронхи
3. Однослойный призматический эпителий	В. Эпидермис кожи
4. Мерцательный эпителий	Г. Канальцы почки
5. Многослойный плоский неороговевающий эпителий	Д. Мезотелий, покрывает серозные оболочки

6. Многослойный плоский ороговевающий эпителий	Е. Эпителий роговицы глаза
--	----------------------------

Ответ: 1 — Д, 2 — Г, 3 — А, 4 — Б, 5 — Е, 6 — В.

Задача II.1.4.5. (10 баллов)

Темы: мокрая биология, цитология.

Условие

Биологические структуры на препаратах, как правило, прозрачны, и для получения контраста препараты окрашивают. От качества окрашивания во многом зависит результат исследования. Выберите из перечня красителей только те, которые дадут красное окрашивание.

1. Сафранин.
2. Краситель Фельгена.
3. Анилина гидрохлорид.
4. Гематоксилин.
5. Раствор Шульца.

Пояснения к ответу

Краситель Фельгена дает при взаимодействии с клеточными структурами пурпурно-красную окраску. Он используется для окрашивания ДНК. Сафранин используют для окрашивания ядер, срезов растительных тканей. Гематоксилин обеспечивает синее окрашивание срезов животных тканей. Анилина гидрохлорид и раствор Шульца позволяют окрасить лигнин в желтый цвет.

Ответ: 1, 2.

Задача II.1.4.6. (8 баллов)

Темы: гистология.

Условие

Одним из признаков, позволяющих дифференцировать эпителий, является форма и местоположение ядра. Соотнесите характеристики тканей с соответствующим видом эпителиальной ткани.

1. Тонкие уплощенные клетки. Ядро дисковидное расположено в центре клетки	А. Цилиндрический
2. Клетки узкие и высокие. Ядро расположено у основания клетки	Б. Плоский
3. При рассмотрении препаратов этой ткани впечатления о разноуровневом расположении ядер	В. Кубический

4. У клеток пяти или шестиугольные очертания. Ядро сферическое в центре клетки	Г. Псевдомногослойный
--	-----------------------

Пояснения к ответу

Для плоского эпителия характерны тонкие клетки с дисковидным ядром в центре. Клетки кубического эпителия имеют шестигранные очертания и сферическое ядро в центре клетки. Цилиндрический представлен высокими и узкими клетками и ядрами в основании клеток. Псевдомногослойный отличается разноуровневостью клеток, прикрепленных к базальной мембране, поэтому ядра находятся на разных уровнях.

Ответ: 1 — Б, 2 — А, 3 — Г, 4 — В.

Задача II.1.4.7. (6 баллов)

Темы: размножение организмов, митоз.

Условие

Клеточный цикл представляет собой период жизни клетки, включающий следующие стадии: митоз (М), синтетический период (S), пресинтетический (G1), постсинтетический (G2). В каком из предложенных вариантов последовательность событий, происходящих в клетке, указана верно?

1. М, G1, G2, S.
2. М, G1, S, G2.
3. S, М, G1, G2.
4. S, G1, G2, М.
5. G1, G2, S, М.

Пояснения к ответу

Клеточный цикл — это период от одного деления до наступления следующего. После митоза клетка вступает в пресинтетический период, за ним последовательно проходят синтетический и постсинтетический. G1 G2 S составляют интерфазу.

Ответ: 2.

Задача II.1.4.8. (6 баллов)

Темы: микология, систематика.

Условие

Со времени официального открытия антибиотиков прошло около ста лет. Но известно, что во многих древних цивилизациях использовались антибиотики. Лекари прикладывали заплесневевший хлеб к ранам. Такая практика имела место в Древней Сербии, Китае, Индии и Египте. Необходимо выбрать из предложенных групп

организмов ту систематическую группу, представителем которой является организм, с которого началась эра медицинского использования антибиотиков.

1. Базидиомицеты.
2. Аскомицеты.
3. Хитридиомицеты.
4. Миксомицеты.

Пояснения к ответу

Пеницилл представляет собой род Аскомицетных грибов. Представители этого рода продуцируют пенициллин ингибирующий, определенные виды бактерий. род объединяет более 300 видов.

Ответ: 2.

Задача II.1.4.9. (15 баллов)

Темы: основы биотехнологии.

Условие

Выберите верную последовательность стадий процесса размножения растений *in vitro*.

1. Содержание коллекции в грунтах.
2. Укоренение эксплантов *in vitro*.
3. Процесс адаптации к естественной среде.
4. Обработка каллуса фитогормонами.
5. Выделение эксплантов.
6. Перенос экспланта на искусственную питательную среду.
7. Получение каллуса.

Ответ: 5, 6, 7, 4, 2, 3, 1.

Задача II.1.4.10. (5 баллов)

Темы: клеточная биология.

Условие

Что называется коацерватными каплями?

1. Органеллы растительных клеток, запасющие липиды.
2. Сгустки, подобные водным растворам желатина, образующиеся в концентрированных растворах белков и нуклеиновых кислот.
3. Органеллы животных клеток, запасющие липиды.
4. Форма использования питательных сред для выращивания микроклонов.

Ответ: 2.

Задача II.1.4.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Вы успешно создали люминесцирующую кишечную палочку, и теперь вам необходимо наработать ее в большом объеме для проведения исследований. Выберите, какие параметры будут критическими при культивировании.

1. Температура питательной среды.
2. рН среды.
3. Доступ к кислороду воздуха.
4. Перемешивание.
5. Освещение.

Ответ: 1, 2, 3, 4.

Третья попытка. Задачи 8–9 класса

Задача II.1.5.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

Если внимательно присмотреться к растению (особенно если это, например, хорошо подготовленный и окрашенный срез листа, и у вас микроскоп с увеличением в 2000 раз), то можно увидеть некоторые органоиды, которые характерны только для растительных клеток. Выберите из списка те структуры, которые можно обнаружить только в растительных клетках разных органов растения и не только с помощью микроскопии.

1. Ядро.
2. Хлоропласты.
3. Хромопласты.
4. Клеточная стенка из целлюлозы.
5. Комплекс Гольджи.
6. Лейкопласты.
7. Митохондрии.
8. Эндоплазматическая сеть.
9. Клеточная стенка из муреина.
10. Клеточная стенка из хитина.
11. Клеточная мембрана.

Ответ: 2, 3, 4, 6.

Задача II.1.5.2. (10 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Установить некоторые заболевания можно по общему анализу крови без исследования биохимических параметров. Если требуется выявить признаки анемии, то на какие показатели общего анализа крови нужно обратить внимание?

1. Уровень гемоглобина.
2. Количество эритроцитов.
3. Количество нейтрофилов.
4. Количество тромбоцитов.
5. Количество лимфоцитов.
6. Количество эозинофилов.
7. Количество базофилов.
8. Гематокрит.

Ответ: 1, 2, 8.

Задача II.1.5.3. (10 баллов)

Темы: анатомия.

Условие

Кровеносные сосуды в нашем организме отличаются не только по направлению движения крови в них (в какую сторону по ним течет кровь), но также и по тому, из каких тканей состоят оболочки сосудов и сколько оболочек присутствует. Сопоставьте типы кровеносных сосудов с их описанием.

1. Артерии	А. Состоят из одного слоя клеток эндотелия
2. Артериолы	Б. Мелкие сосуды, стенки состоят из трех слоев, средний мышечный слой развит слабо
3. Капилляры	В. Мелкие сосуды, состоят из трех оболочек. В средней оболочке хорошо развиты преимущественно мышечные элементы
4. Веноулы	Г. Крупные сосуды, стенки тонкие и менее эластичные, в основном состоят из трех слоев, но второй слой может отсутствовать. Некоторые сосуды имеют пучки гладкомышечной ткани во всех трех слоях, могут присутствовать специальные клапаны
5. Вены	Д. Крупные сосуды, стенки отличаются значительной толщиной и эластичностью, состоят из трех оболочек. В средней оболочке присутствуют и эластические волокна, и мышечные элементы

Ответ: 1 — Д, 2 — В, 3 — А, 4 — Б, 5 — Г.

Задача II.1.5.4. (8 баллов)

Темы: эндокринология.

Условие

Практически все железы эндокринной системы человека находится под контролем головного мозга, и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система не является исключением. Расположите гормоны в той последовательности, в которой они выделяются в организме, начиная с головного мозга.

1. Адренокортикотропный гормон.
2. Кортизол.
3. Кортиколиберин.

Ответ: 3, 1, 2.

Задача II.1.5.5. (10 баллов)

Темы: дыхательная система человека.

Условие

Гипервентиляционный синдром — это одна из форм нарушения дыхания, при котором интенсивность вентиляции превышает физиологическую потребность. Причиной такого состояния чаще всего является стресс и тревожность. При гипервентиляционном синдроме нарушается кислотно-щелочной баланс крови. Установите правильную последовательность физиологических процессов происходящих при гипервентиляции легких.

1. Снижение парциального давления CO_2 в альвеолярном воздухе.
2. Возрастание показателя рН крови.
3. Отсутствие импульсов от хеморецепторов в дыхательный центр.
4. Интенсивное выведение CO_2 в окружающую среду.
5. Уровень CO_2 в крови и в воздухе альвеол выравнивается.
6. Торможение механизма вентиляции.

Пояснения к ответу

При интенсивном выдохе из организма быстро выводится углекислый газ, который активирует дыхательный центр. Количество углекислого газа в альвеолах и крови выравнивается, кровь защелачивается, нормальная вентиляция легких нарушается.

Ответ: 4, 1, 5, 2, 3, 6.

Задача II.1.5.6. (10 баллов)

Темы: ботаника, адаптации.

Условие

Академик Вернадский в учении о биосфере выделил такое свойство живого, как всюдность, то есть способность приспосабливаться к различным условиям и распространяться в биосфере. Как приспособлены к выживанию растения, произрастающие на бедных почвах? Выберите все признаки.

1. Высокая степень развития микориз.
2. Способность к интенсивной реутилизации элементов минерального питания из отмирающих органов в живые.
3. Избыточное потребление, при котором растение запасает элементы питания.
4. Высокая скорость роста.
5. Большая продолжительность жизни.

Пояснения к ответу

Растения, произрастающие на бедных минеральными веществами почвах, способны впрок запастись минеральными соединениями, и экономно их использовать в метаболизме. Ряд веществ они получают благодаря симбиозу с грибами, и очень активно реутилизуют необходимые вещества из мертвой органики.

Ответ: 1, 2, 3.

Задача II.1.5.7. (8 баллов)

Темы: кровообращение, работа сердца.

Сердце — жизненно важный орган, обеспечивающий движение крови. Организм осуществляет нейрогуморальную регуляцию работы сердца. В процессе эволюции выработался уникальный механизм, повышающий вероятность выживания индивидуума — автоматия сердца. Из приведенных ниже утверждений, описывающих работу сердца, необходимо выбрать правильные.

1. Ацетилхолин является медиатором многих синапсов и тормозит работу сердца.
2. Атипичная мускулатура сердца обладает высокой степенью возбудимости и обеспечивает автоматию сердца.
3. Систола предсердий обеспечивает движение крови в артерии.
4. Наиболее продолжительной по времени в сердечном цикле является систола желудочков.

Пояснения к ответу

Ацетилхолин и ионы калия оказывают тормозящее действие на сердечную мышцу. Во время систолы желудочков, длящейся 0,3 с, кровь поступает в артерии. Атипичные мышечные волокна способны обеспечивать сокращение сердца благодаря импульсам возникающим в нем самом. Автоматия обеспечивается предсердно-желудочковым узлом, синусо-предсердным узлом и волокнами Гиса и Пуркинье.

Ответ: 1, 2.

Задача II.1.5.8. (8 баллов)

Темы: фотосинтез.

Условие

Фотосинтез — процесс, обеспечивающий существование жизни на Земле. С появлением этого процесса связано стремительное развитие различных форм жизни. Фотоавтотрофные организмы создают первичное органическое вещество из неорганических веществ. В биологии такой процесс называют ассимиляцией. Выберите из перечня условий и веществ те, которые обеспечат образование ассимилятов непосредственно.

1. Тепло, вода, углекислый газ, рибулозобифосфат.
2. НАДФхН₂ и рибулозобифосфат, углекислый газ, АТФ.
3. Рибулозобифосфат, хлорофилл, вода, АТФ.
4. Рибулозобифосфат, вода.

Ответ: 2.

Задача II.1.5.9. (10 баллов)

Темы: основы биотехнологии.

Условие

Методы современной биотехнологии позволяют работать с клетками растений *in vitro* и создавать каллусные культуры клеток. Что является верным определением для описания процесса каллусогенеза?

1. Неорганизованная пролиферации дифференцированных клеток органов растения.
2. Неорганизованная пролиферации дедифференцированных клеток органов растения.
3. Организованная пролиферации дифференцированных клеток органов растения.
4. Организованная пролиферации дедифференцированных клеток органов растения.

Ответ: 2.

Задача II.1.5.10. (10 баллов)

Темы: клеточная биология.

Условие

Органоиды клетки обеспечивают ряд важнейших функций для поддержания жизнедеятельности клетки. Выберите утверждения, характерные для понятия «кристы».

1. Могут иметь вид пластинок или трубочек.
2. Входят в состав митохондрии.
3. В них происходит окисление водорода.
4. Осуществляют вторую стадию кислородного дыхания (цикл Кребса).
5. Осуществляют первую стадию кислородного дыхания (цикл Кребса).

Ответ: 1, 2, 3.

Задача П.1.5.11. (8 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Для получения продуцента каротиноидов вы провели генную модификацию цианобактерии *Arthrospira platensis* и улучшили в ней наработку этого вещества оранжевого цвета. Выберите, какую часть лучей видимого спектра отражает бета-каротин.

1. Зеленый.
2. Голубой.
3. Желтый.
4. Оранжевый.
5. Красный.

Пояснения к ответу

Бета-каротин — предшественник витамина А, пигмент ярко-оранжевого цвета, содержащийся в большом количестве в грибах, растениях и фруктах.

Ответ: 4.

Третья попытка. Задачи 10–11 класса

Задача П.1.6.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

Во всех живых организмах присутствуют биологические пигменты. Пигментами они называются потому, что окрашены в определенный цвет. Некоторые из биоло-

гических пигментов способны фотосинтезировать. Выберите все пигменты, которые являются фотосинтезирующими.

1. Некоторые порфирины.
2. Фикобилины.
3. Каротиноиды.
4. Флавоноиды.
5. Хиноны.
6. Люциферины.
7. Меланин.

Ответ: 1, 2, 3.

Задача II.1.6.2. (10 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Вариабельность сердечного ритма хорошо отражает степень напряжения регуляторных систем организма, которая возникает в ответ на любое стрессорное воздействие активацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатoadреналовой систем, и подходит для оценки функционального состояния организма. Для оценки вариабельности сердечного ритма нужно зарегистрировать R–R интервалы. С помощью каких методов их можно зарегистрировать?

1. Электрокардиография.
2. Измерение артериального давления.
3. Фотоплетизмография.
4. Электрическая активность кожи.
5. Электромиография.
6. Электроретинография.

Ответ: 1, 2, 3.

Задача II.1.6.3. (8 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Какие принципы введения радиоактивных фармацевтических препаратов чаще всего используются в современной медицине?

1. Перорально.
2. Ректально.
3. Внутривенно.
4. Внутримышечно.

5. Подкожно.
6. Интраназально.

Ответ: 1, 3.

Задача II.1.6.4. (10 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Дыхание является достаточно важным, но одним из самых незаметных процессов. Тем не менее, без воздуха человек может обходиться не более двух минут, в отличие от еды или воды. Важно внимательно относиться к своим легким, которые постоянно контактируют со всем, что мы вдыхаем. Поэтому рекомендуется чаще гулять в лесу, особенно в хвойном, и точно не заниматься бегом вдоль пыльных автострад с большим количеством автомобилей, так как это влияет на объемы и емкости легких. Соотнесите объемы и емкости с их описаниями.

1. Дыхательный объем	А. Количество воздуха, которое человек может дополнительно вдохнуть после нормального вдоха
2. Резервный объем вдоха	Б. Количество воздуха, остающееся в легких после максимального выдоха
3. Резервный объем выдоха	В. Наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха
4. Остаточный объем	Г. Количество воздуха, остающееся в легких после спокойного выдоха
5. Жизненная емкость легких	Д. Количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после нормального выдоха
6. Емкость вдоха	Е. Максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного выдоха
7. Функциональная остаточная емкость	Ж. Количество воздуха, содержащееся в легких на высоте максимального вдоха
8. Общая емкость легких	З. Количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании

Ответ: 1 – З, 2 – А, 3 – Д, 4 – Б, 5 – В, 6 – Е, 7 – Г, 8 – Ж.

Задача II.1.6.5. (8 баллов)

Темы: эмбриология.

Условие

В процессе эмбрионального развития последовательно происходит образование трех зародышевых листков, последующий гистогенез и органогенез. Укажите, какие структуры хордовых развиваются из мезодермы.

-
1. Щитовидная и паращитовидные железы.
 2. Дентин зубов, гладкая мускулатура.
 3. Кровь, сердечная мышца.
 4. Соединительная ткань, кости, хрящи.
 5. Печень, эпителий органов дыхания.
 6. Нервная система, хрусталик глаза, эмаль зубов, ороговевающий эпителий.

Пояснения к ответу

В эмбриогенезе последовательно закладываются эктодерма, энтодерма, мезодерма. Из эктодермы формируются покровные структуры, нервная система; из энтодермы органы пищеварения, эпителий; мезодерма дает начало всем видам соединительной ткани, крови и кровеносной системы. формируется эндокринная система.

Ответ: 2, 3, 4.

Задача II.1.6.6. (8 баллов)

Темы: цитология, микология.

Грибы были выделены в отдельное царство позже других эукариот. Они имеют не только признаки растений и животных, но и такие особенности строения клетки и процессов, которые позволяют сделать вывод о древнем происхождении этих организмов. Клетка грибов наиболее примитивная из клеток всех эукариотических организмов, живущих в настоящее время. По ряду признаков ее можно считать мезокариотической. Выберите признаки, соответствующие этому факту.

1. Небольшой размер генома.
2. Сохранение ядерной оболочки при делении, закрытые митоз и мейоз.
3. Сохранение ядрышка при митозе.
4. Отсутствие конденсации хромосом при делении.
5. Разрушение ядерной оболочки и ядрышек во время профазы.
6. Конденсации хромосом при делении.

Пояснения к ответу

По ряду признаков клетка является промежуточной между прокариотической и эукариотической, т. е. мезокариотической. Специфическими особенностями ядер грибов являются очень небольшой размер генома (малое количество ДНК на ядро). Примитивным признаком ядер грибов является их поведение при делении: сохранение ядерной оболочки (закрытые митоз и мейоз), деление ядра перетяжкой, сохранение ядрышка при митозе, частое отсутствие метафазной пластинки хромосом или вообще отсутствие конденсации хромосом при делении.

Ответ: 1, 2, 3, 4.

Задача II.1.6.7. (7 баллов)

Темы: митоз, мейоз.

Условие

В предложениях для полного описания процессов деления клеток отсутствуют термины. Закончите предложения, вставив соответствующий термин из списка.

Участки соединения гомологичных хромосом, во время конъюгации в которых в результате разрыва и соединения возможен обмен участками хроматид (*хиазм / цитокинез / центромера / бивалент / хроматида / хромосома / дуплет / центриоль*)¹. Процесс разделения цитоплазмы в телофазе между двумя дочерними клетками (*хиазм / цитокинез / центромера / бивалент / хроматида / хромосома / дуплет / центриоль*)². Участок хромосомы, удерживающий вместе две ее нуклеопротеиновые нити (*хиазм / цитокинез / центромера / бивалент / хроматида / хромосома / дуплет / центриоль*)³. Пара гомологичных хромосом, конъюгирующих между собой (*хиазм / цитокинез / центромера / бивалент / хроматида / хромосома / дуплет / центриоль*)⁴. Одна из двух нуклеопротеиновых нитей, образующихся в клеточном цикле (*хиазм / цитокинез / центромера / бивалент / хроматида / хромосома / дуплет / центриоль*)⁵.

Пояснения к ответу

Хромосома во время профазы мейоза состоит из двух нуклеопротеиновых нитей, соединенных центромерой. Такие нити называют хроматидами. Гомологичные хромосомы сближаются и конъюгируют. Участки тесного сближения — хиазмы. Пара гомологичных конъюгирующих хромосом образует бивалент. После завершения деления ядра наступает разделение цитоплазмы — цитокинез.

Ответ: 1 — хиазм, 2 — цитокинез, 3 — центромера, 4 — бивалент, 5 — хроматида.

Задача II.1.6.8. (6 баллов)

Темы: зоология.

Условие

Медицине известны случаи массовой гибели людей после употребления в пищу традиционно съедобных морских моллюсков. В организме отравившихся был обнаружен сакситоксин. Укажите возможные причины трагедии.

1. В период вылова моллюсков массово размножились динофлагелляты.
2. Моллюски в результате питания другими организмами, способными к синтезу яда, его аккумулируют.
3. Моллюски были неправильно приготовлены.
4. Из-за загрязнения моря токсичными отходами яд образовался из других веществ, содержащихся в морской воде.
5. Съедобные моллюски мутировали и стали вырабатывать токсин.

Пояснения к ответу

В морях и океанах иногда происходит массовое размножение динофлагеллят. Эти организмы синтезируют особый токсин — сакситоксин. К этому яду особенно чув-

ствительны теплокровные животные. Моллюски отфильтровывают из воды динофлагеллят, питаясь ими. Сакситоксин не разрушается и аккумулируется в тканях моллюсков.

Ответ: 1, 2.

Задача II.1.6.9. (10 баллов)

Темы: основы биотехнологии.

Условие

Методы современной биотехнологии позволяют работать с клетками растений *in vitro* и создавать каллусные культуры клеток. Что является верным определением для описания процесса каллусогенеза?

1. Неорганизованная пролиферации дифференцированных клеток органов растения.
2. Неорганизованная пролиферации дедифференцированных клеток органов растения.
3. Организованная пролиферации дифференцированных клеток органов растения.
4. Организованная пролиферации дедифференцированных клеток органов растения.

Ответ: 2.

Задача II.1.6.10. (15 баллов)

Темы: молекулярная биология.

Условие

Белки являются биополимерами, которые состоят из мономеров (аминокислот) и выполняют широкий спектр функций внутри организмов. Выберите верные утверждения о белках, аминокислотах и их свойствах.

1. Некоторые бактерии и все растения способны синтезировать все аминокислоты, из которых строятся белки.
2. Животные в процессе эволюции обрели способность осуществлять синтез десяти особенно сложных аминокислот, называемых незаменимыми.
3. В пищеварительном тракте белки полимеризуются до аминокислот, которые всасываются в кровь и попадают в клетки.
4. В клетках из готовых аминокислот строятся собственные белки, характерные для данного организма.
5. Белки не являются обязательным компонентом всех клеточных структур, и в этом состоит их важная структурная роль.

Ответ: 1, 4.

Задача П.1.6.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Вы успешно модифицировали цианобактерию *Arthrospira platensis*, и теперь она приносит вам небывалые урожаи ценного белка фикоцианина. Для дальнейших исследований вам необходимо наработать ее в большом объеме. До этого вы уже нарабатывали культуру *E. coli* для наработки флуоресцентного белка. Среди перечисленных ниже параметров выберите тот, который нужно будет учесть дополнительно, при переходе с культивирования *E. coli* на *A. Platensis*.

1. Температура питательной среды.
2. рН среды.
3. Доступ к кислороду воздуха.
4. Перемешивание.
5. Освещение.

Пояснения к ответу

Освещение — критический фактор в том случае, когда речь идет о культивировании фотосинтезирующих микроорганизмов, к которым относится цианобактерия *Arthrospira platensis*. При культивировании *E. coli* данный параметр можно было не учитывать.

Ответ: 5.

Четвертая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.1.7.1. (8 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

Гуляя осенью по парку, вы наверняка замечали удивительно красивые желтые листья кленов или темно-красные листья рябин и других деревьев, обильно покрывающих все окружающие пространства. При этом можно наблюдать, что деревья сбрасывают листья не только осенью, и для этого существуют определенные причины. Выберите все эти причины.

1. Снижение количества солнечного света.
2. Высокая соленость воды в почве.
3. Низкие температуры окружающей среды.
4. Чрезмерное освещение.
5. Высокое ультрафиолетовое излучение.
6. Заражение галловой тлей.

7. Умеренная летняя температура окружающей среды.
8. Стрижка веток секатором.
9. Созревание плодов.

Ответ: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Задача II.1.7.2. (10 баллов)

Темы: эндокринология.

Условие

В нашем организме вырабатывается множество гормонов. Часто их действие на организм противоположно — одни активируют процессы, а другие его тормозят. Для регуляции гомеостаза важно, чтобы концентрации веществ были в пределах допустимых значений, это обеспечивает эффективную работу организма. Подберите пары гормонов-антагонистов.

1. Кальцитонин	А. Соматостатин
2. Инсулин	Б. Паратгормон
3. Соматотропин	В. Лептин
4. Грелин	Г. Глюкагон

Ответ: 1 — Б, 2 — Г, 3 — А, 4 — В.

Задача II.1.7.3. (10 баллов)

Темы: анатомия.

Условие

В нашем организме множество кровеносных сосудов, они являются частью кровеносной системы, которая снабжает все наши клетки питательными веществами и кислородом и забирает продукты обмена. Выберите, по каким сосудам течет артериальная кровь, а по каким — венозная.

	Артериальная	Венозная
Аорта		
Легочные вены		
Легочные артерии		
Сонные артерии		
Бедренная вена		
Верхняя полая вена		

Ответ:

	Артериальная	Венозная
Аорта	+	
Легочные вены	+	
Легочные артерии		+
Сонные артерии	+	
Бедренная вена		+
Верхняя полая вена		+

Задача II.1.7.4. (12 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Кроме большого количества эндокринных желез в нашем организме можно найти экзокринные и смешанные железы, которые могут выделять свои секреты либо во внешнюю среду, либо и в кровь и во внешнюю среду. Определите тип секреции у различных желез, представленных в таблице.

	Внешняя	Внутренняя	Смешанная
Поджелудочная железа			
Щитовидная железа			
Слюнные железы			
Надпочечники			
Потовые железы			

Ответ:

	Внешняя	Внутренняя	Смешанная
Поджелудочная железа			+
Щитовидная железа		+	
Слюнные железы	+		
Надпочечники		+	
Потовые железы	+		

Задача II.1.7.5. (6 баллов)

Темы: физиология сна.

Условие

Сон — это периодическое функциональное состояние. Во время сна одна фаза сменяет другую. Появление этих фаз обусловлено активностью различных структур мозга. Научно доказано, что нарушение сна или его недостаток ведет к психическим расстройствам, снижению иммунитета, а лишение сна приводит к смерти. Какую фазу сна характеризуют следующие признаки?

- Наступает после засыпания.
- Самая продолжительная.

-
- Происходит снижение скорости метаболизма, активность сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем.
 - Мышцы расслаблены, температура тела падает.

1. Быстрый сон.
2. Медленный сон.
3. Поверхностный сон.
4. Дремота.

Пояснения к ответу

Во время медленного сна, который наступает сразу после засыпания и длится час-полтора снижается обмен веществ и активность всех систем.

Ответ: 2.

Задача II.1.7.6. (6 баллов)

Темы: мокрая биология, внутренняя среда, гомеостаз.

Условие

Важным условием функционирования организма является постоянство параметров внутренней среды. При проведении лабораторных исследований каплю крови перенесли в раствор. Укажите вариант такой среды при помещении в которую, эритроциты не проявят внешних изменений.

1. Гипотонический раствор.
2. Изотонический раствор.
3. Дистиллированная вода.
4. Гипертонический раствор.

Пояснения к ответу

При попадании в гипертонический раствор эритроциты будут терять воду и погибнут. В гипотоническом растворе и дистиллированной воде движение воды направлено в эритроцит. Эритроцит разбухает и лопается. Процессы основаны на явлении осмоса.

Ответ: 2.

Задача II.1.7.7. (8 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

В настоящее время классическая систематика выделяет пять царств живой природы. Представителей каждого царства отличает от представителей других царств

ряд признаков. Из признаков организмов выберите те, которые соответствуют группе организмов, к которым принадлежит кишечная палочка.

1. Наследственный материал представлен нуклеотидом.
2. Организм гаплоидный.
3. Наличие муреина.
4. Организм содержит только один вид нуклеиновых кислот.
5. Основной тип деления митоз.
6. Фотосинтез осуществляют хлоропласты.

Пояснения к ответу

Кишечная палочка — прокариот. Принадлежит к царству Бактерии. Для бактерий характерно наличие наследственного материала в виде кольцевой ДНК-нуклеотида, они гаплоидны, отсутствие мембранных органоидов. Размножается простым делением пополам. В клеточной стенке присутствует муреин.

Ответ: 1, 2, 3.

Задача II.1.7.8. (10 баллов)

Темы: экология, опыление.

Условие

В процессе эволюции растения приспособились к различным способам опыления. Каждому способу опыления соответствуют определенные признаки, позволяющие осуществлять процесс максимально эффективно. Соотнесите признаки групп цветковых растений и особенностей, соответствующих этой группе.

	Энтомофильные	Анемофильные
Пыльники подвижные, прикрепленные к кончикам тычиночных нитей		
Рыльце пестика многолопастное и перистое		
Расположение тычинок внутри цветка		
Нектарники хорошо развиты		
Цветки лишены лепестков		

Ответ:

	Энтомофильные	Анемофильные
Пыльники подвижные, прикрепленные к кончикам тычиночных нитей		+
Рыльце пестика многолопастное и перистое		+
Расположение тычинок внутри цветка	+	
Нектарники хорошо развиты	+	
Цветки лишены лепестков		+

Задача II.1.7.9. (10 баллов)

Темы: основы биотехнологии.

Условие

Как называется образование в каллусной культуре зародышеподобных структур, способных вырасти в полноценное растение?

1. Эмбрионное культивирование.
2. Соматический эмбриогенез.
3. Регенерационное культивирование.
4. Каллусное спорообразование.

Ответ: 2.

Задача II.1.7.10. (10 баллов)

Темы: клеточная биология.

Условие

Что входит в состав центросомы?

1. Пара центриолей.
2. Восемнадцать триплетов микротрубочек.
3. Триплет микротрубочек.
4. Центросфера.
5. Триплет центриолей.
6. Ядро.
7. Лизосомы.
8. Девять триплетов лейкопластов.
9. Ядрышко.

Ответ: 1, 2, 4.

Задача II.1.7.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Пурпурные бактерии содержат в себе ряд пигментов, позволяющих им осуществлять процесс фотосинтеза: бактериохлорофиллы а и b и каротиноиды. Выберите, какую часть лучей видимого спектра отражают данные бактерии.

1. Зеленый.
2. Голубой.
3. Желтый.

-
4. Оранжевый.
 5. Красный.

Пояснения к ответу

Раз мы видим этих бактерий как пурпурных, то они отражают красные лучи.

Ответ: 5.

Четвертая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача II.1.8.1. (7 баллов)

Темы: ботаника.

Условие

Если вы посмотрите на экран телефона или ноутбука в выключенном состоянии, то увидите, что он черного цвета — то есть он поглощает весь видимый свет, который на него попадает. Чем больше света поглощает экран, тем чернее он выглядит. Этот принцип работает для всего, что окружает нас и определяет цвет предметов. Какой свет поглощают пигменты хлорофиллы?

1. Синий.
2. Фиолетовый.
3. Красный.
4. Зеленый.
5. Желтый.
6. Салатовый.
7. Оранжевый.

Ответ: 1, 2, 3, 7.

Задача II.1.8.2. (10 баллов)

Темы: физиология, высшая нервная деятельность.

Условие

Если с инстинктами у человека все неоднозначно, то с врожденными рефлексамми все более очевидно — они присутствуют и работают сейчас или работали раньше на сохранение целостности организма. Сопоставьте рефлекссы новорожденных с их описанием.

1. Рефлекс Бауэра	А. Если ударить по поверхности, на которой лежит ребенок, на расстоянии 15 см от его головки, он отреагирует приподниманием разогнутых ног и таза над постелью, внезапным пассивным разгибанием нижних конечностей
2. Рефлекс Галанта	Б. При раздражении кожи спины вдоль позвоночника новорожденный изгибает спину, образуется дуга, открытая в сторону раздражителя
3. Рефлекс Переса	В. Если дотронуться до ладошки малыша пальцем или кончиком пеленки он моментально обхватывает их
4. Рефлекс Моро	Г. Если провести пальцами, слегка надавливая, по остистым отросткам позвоночника от копчика к шее, ребенок кричит, приподнимает голову, разгибает туловище, сгибает верхние и нижние конечности
5. Рефлекс Робинсона	Д. При укладывании ребенка на живот (голова по средней линии) он совершает ползающие движения — спонтанное ползанье

Ответ: 1 — Д, 2 — Б, 3 — Г, 4 — А, 5 — В.

Задача II.1.8.3. (10 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Исследования в области нейромаркетинга позволяют более четко понимать желания покупателей и создавать более востребованный продукт. Мы часто не осознаем нашу реакцию на тот или иной продукт, но ее можно отследить в виде физиологических показателей. С помощью каких методов исследования можно установить неявные (бессознательные) мотивы покупателей?

1. Опрос фокус-группы.
2. ЭЭГ.
3. МЭГ.
4. фМРТ.
5. Электроокулография.

Ответ: 2, 3, 4, 5.

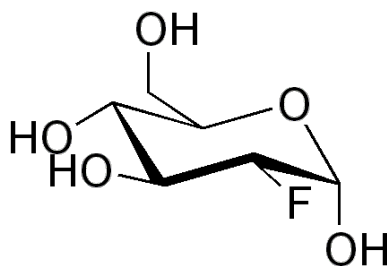
Задача II.1.8.4. (10 баллов)

Темы: физиология.

Условие

Фтордезоксиглюкоза является наиболее часто используемым радиоактивным химическим препаратом в диагностической ядерной медицине. Основное применение

ние — онкология, визуализация опухолей. В виде каких продуктов распада выводится фтордезоксиглюкоза из организма пациента после обследования?



1. H_2O .
2. CO_2 .
3. CF_2 .
4. CF_4 .
5. OF_2 .
6. HF .

Ответ: 1, 2.

Задача II.1.8.5. (10 баллов)

Темы: нервная система.

Условие

Различия между отделами нервной системы проявляются в особенностях строения и свойствах. Выберите только те признаки, которые соответствуют парасимпатическому отделу.

1. Ганглии расположены рядом с эффектором.
2. Снижает порог чувствительности.
3. Постганглиозные волокна немногочисленные.
4. В эффекторе высвобождается ацетилхолин.
5. Выходят из черепного, грудного, поясничного отделов ЦНС.
6. Действие генерализованное.

Пояснения к ответу

Для парасимпатического отдела характерно замедление активности большинства органов и систем. Предганглиозное волокно длиннее, ганглий расположен вблизи эффектора. Ацетилхолин служит медиатором постганглиозна.

Ответ: 1, 2, 3, 4.

Задача II.1.8.6. (6 баллов)

Темы: мокрая биология.

Условие

После уборки в цитологической лаборатории емкости с криопротекторами и красителями были размещены вместе. Их необходимо разделить в соответствии с назначением и промаркировать.

	Криптопротектор	Краситель
Диметилсульфоксид		
Гематоксилин		
Сафранин		
Пропиленгликоль		
Эозин		
Глицерол		

Пояснения к ответу

Пропиленгликоль, глицерол, диметилсульфоксид являются криопротекторами и предотвращают повреждение клеточных культур, крови, эмбрионов, органов. Сафранин используют для окрашивания ядер, срезов растительных тканей. Гематоксилин, эозин обеспечивает окрашивание животных тканей.

Ответ:

	Криптопротектор	Краситель
Диметилсульфоксид	+	
Гематоксилин		+
Сафранин		+
Пропиленгликоль	+	
Эозин		+
Глицерол	+	

Задача П.1.8.7. (10 баллов)

Темы: цитология, деление клеток.

Условие

Мейоз или редукционное деление — деление ядра эукариотической клетки с уменьшением числа хромосом в два раза. В процессе мейоза состояние и содержание наследственного материала меняется. Мейозом могут делиться только диплоидные клетки. Установите соответствие между фазами мейоза и формулой, описывающей хромосомный набор для этой фазы.

1. Телофаза мейоза II	А. $n2c$
2. Профаза мейоза I	Б. $2n4c$
3. Телофаза мейоза I	В. $2n2c$
4. Анафаза мейоза II	Г. nc

Пояснения к ответу

В профазу мейоза I вступают клетки с диплоидным набором. В интерфазе происходит репликация ДНК. В телофазе мейоза образуются две дочерние гаплоидные клетки, содержащие двуххроматидные хромосомы. В анафазе мейоза II к полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды, которые после расхождения становятся самостоятельными хромосомами. Телофаза завершается образованием четырех гаплоидных клеток.

Ответ: 1 – Г, 2 – Б, 3 – А, 4 – В.

Задача II.1.8.8. (8 баллов)

Темы: медицина, нарушение обмена веществ.

Условие

В любой сказке, легенде, суеверии, которые создавало человечество, всегда есть реалистическая основа. Соотнесите особенности персонажей этих историй и возможные болезни, вызвавшие эти изменения.

1. Великан Голиаф	А. Гипофункция гипофиза. Недостаток СТГ
2. Вампиры	Б. Порфирия
3. Мальчик с пальчик	В. Гиперфункция щитовидной железы. Базедова болезнь
4. Красавица мачеха, превратившаяся в ведьму	Г. Акромегалия

Пояснения к ответу

Голиаф обладал рядом признаков, кроме гигантского роста, которые характерны для акромегалии и гигантизма. Например, отсутствие быстрых реакций, ограниченное зрительное поле, хрупкость костей, что позволило мальчику его победить. Одна из форм порфирии вызывает болезненные реакции на свет, упадок сил в дневное время, красная окраска зубов, гипертрихоз и другие признаки обезображивающие людей. Гипофизарные карлики имеют очень маленький рост. Гормональные нарушения, связанные с гиперфункцией щитовидной железы, вызывают повышенную раздражительность, преобладания негативных психологических реакций, радикальные изменения внешности.

Ответ: 1 – Г, 2 – Б, 3 – А, 4 – В.

Задача II.1.8.9. (10 баллов)

Темы: основы биотехнологии.

Условие

Как называется образование в каллусной культуре зародышеподобных структур, способных вырасти в полноценное растение?

-
1. Эмбрионное культивирование.
 2. Соматический эмбриогенез.
 3. Регенерационное культивирование.
 4. Каллусное спорообразование.

Ответ: 2.

Задача II.1.8.10. (5 баллов)

Темы: общая биология.

Условие

Физиология растений знает немало видов проявления такого свойства живого, как раздражимость. Все живые организмы реагируют на воздействия из внешней или внутренней среды. Для представителей разных групп организмов проявления раздражимости специфично, но есть примеры одинаковых проявлений этого свойства у растений и животных. Выберите такие примеры.

1. Тропизмы.
2. Таксисы.
3. Фотопериодизм.
4. Гуттация.
5. Настии.

Пояснения к ответу

Фотопериодизм — это реакция растений, животных и др. на суточный ритм освещенности, продолжительности светового дня. Таксисы представляют собой двигательные реакции на односторонне действующий стимул. Свойственны передвигающимся организмам. Например, хламидомонаде и инфузории.

Ответ: 2, 3.

Задача II.1.8.11. (10 баллов)

Темы: микробиология.

Условие

Вы успешно модифицировали анаэробную спорообразующую палочку *Clostridium butyricum* ВКПМ В-9619, и теперь она дает еще больший выход масляной кислоты. Для дальнейших исследований вам необходимо наработать ее в большом объеме. До этого вы уже нарабатывали культуру *E. coli* для наработки флуоресцентного белка. Среди перечисленных ниже параметров выберите тот, который будет кардинально отличаться при переходе с культивирования *E. coli* на *Clostridium butyricum*.

1. Температура питательной среды.
2. рН среды.

-
3. Доступ к кислороду воздуха.
 4. Перемешивание.
 5. Освещение.

Пояснения к ответу

В данном случае кардинально отличаться будут условия по обеспечению кислородом воздуха: *Clostridium butyricum* ВКПМ В-9619 — облигатный анаэроб, для которого кислород воздуха губителен. В случае с *E. coli*, факультативными анаэробами, требования к доступу кислорода не такие строгие, так как они способны жить как в аэробных, так и в анаэробных условиях.

Ответ: 3.

Предметный тур. Химия

Первая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.2.1.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения нанопокровтий на металлические украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности. Деталь в форме равнобедренного треугольника с основанием $a = 6$ см и боковыми сторонами равными $c = 5$ см, погрузили в стакан, содержащий раствор нитрата серебра концентрацией $C = 0,001$ М и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d нм, а концентрация соли уменьшилась до C_0 М. Какой объем исходного раствора был взят для нанесения покрытия? Ответ выразите в мл и округлите до целого числа. Толщиной детали и изменением объема раствора пренебречь. Плотность серебра — $10,5$ г/см³.

Решение

Найдем площадь поверхности детали. Равнобедренный треугольник можно разрезать на два прямоугольных треугольника с гипотенузой 5 см и одним из катетов, равным 3 см. В этом случае второй катет, по теореме Пифагора, равен $b = \sqrt{(c_2 - a_2)} = 4$ см, а общая площадь поверхности детали равна $S = 2ab = 24$ см².

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$.

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле $V = Sd$.

Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, $V(\text{Ag}) = Sd$, получаем $n = \rho d S / M(\text{Ag})$.

Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ . Эти количества выражаются через объем раствора и его концентрацию в начальный момент и конечный: $n = CV - C_0V$, откуда

$$V(\text{мл}) = n / (C - C_0) = \rho d S / (M(\text{Ag}) \cdot (C - C_0)) = 2,333 \cdot 10^{-4} d / (0,0010 - C_0),$$

если в подставлять d в нанометрах.

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в полученную формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных.

Диапазон ответов — 20–250 мл. Точность ± 2 мл.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,0002	0,0008	0,0001
d	70	130	5

Задача П.2.1.2. (20 баллов)

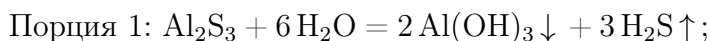
Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

Условие

Измельченную смесь алюминия и серы прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, при этом выделилось X л (н. у.) газа, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом выделилось Y л (н. у.) газа. Какова масса алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в г и округлите до целых.

Решение

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (сера и сульфид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились сульфид алюминия и избыток самого алюминия.



Найдем массы веществ после прокаливания в каждой порции:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = X/V_m n(\text{Al}_2\text{S}_3) = n(\text{H}_2\text{S})/3 = X/3V_m, m(\text{Al}_2\text{S}_3) = M(\text{Al}_2\text{S}_3) \cdot X/3V_m.$$

$$n(\text{H}_2) = Y/V_m, n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{S})/3V_m = 2Y/3V_m, m(\text{Al}) = 2M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m.$$

При прокаливании происходила химическая реакция $2 \text{Al} + 3 \text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$, при этом алюминий находился в избытке, поэтому его масса равна:

$$m(\text{нач}) = 2 \cdot (m(\text{Al}) + m(\text{Al}_2\text{S}_3)w(\text{Al})),$$

где $w(\text{Al})$ — массовая доля элемента алюминия в его сульфиде.

Таким образом, $m(\text{нач}) = 4M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m + 4M(\text{Al}) \cdot X/3V_m$, $V_m = 22,4$ л/моль, $M(\text{Al}) = 27$ г/моль. $m(\text{нач}) = 4M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m + 2M(\text{Al}) \cdot X/3V_m = 1,607(Y + X)$.

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	2,24	22,4	2,24
Y	2,24	22,4	2,24

Задача II.2.1.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,1 М растворы нитрата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата калия, с помощью этих солей готовится концентрат, содержащий X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия. Какой объем раствора нитрата аммония необходимо взять для приготовления такого концентрата? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразите в мл и округлить до целых.

Решение

Фосфор вносится только с помощью KH_2PO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$n(\text{P}) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{отсюда } n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{P}) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

$$V(\text{р-ра}) = n/C = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31))/0,1 = 5X/14 + 5Y/31 - 5Z/39 \text{ мл.}$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	140	350	70
Y	31	37,2	6,2
Z	78	208	13

Задача II.2.1.4. (15 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите белого цвета на наполнитель приходится 40% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой оксид некоторого элемента, а масса образца композита, содержащего 0,1 моль этого наполнителя, составляет 20 г. В ответе запишите название элемента одним словом на русском языке.

Решение

Найдем массу и молярную массу неизвестного оксида A_xO_y .

$m(A_xO_y) = 20 \cdot 0,4 = 8$ г, $M(A_xO_y) = 8/0,1 = 80$ г/моль. Пусть валентность элемента в оксиде n .

При $n = 1$ $M(A) = (80 - 16)/2 = 32$, это сера, но оксида S_2O не существует.

$n = 2$ $M(A) = 80 - 16 = 64$, это медь, но оксид меди (II) — черный, не подходит.

$n = 3$ $M(A) = (80 - 16 \cdot 3)/2 = 16$, это кислород, противоречит смыслу задачи.

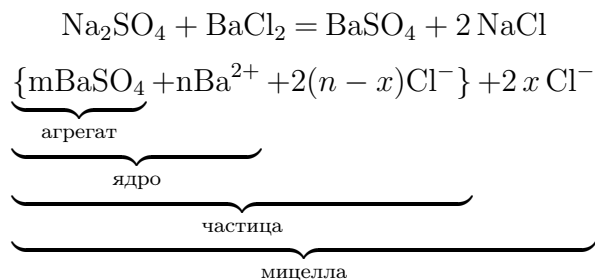
$n = 4$ $M(A) = 80 - 16 \cdot 2 = 48$, это **титан**, TiO_2 белый, подходит.

Ответ: титан.

Задача П.2.1.5. (12 баллов)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:



Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла $BaSO_4$ имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов $(n-x)$, находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами. Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой.

Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.

- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n - x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

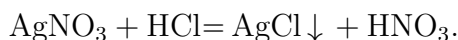
Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **A** если известно, что:

- в ходе реакции взаимодействия вещества **A** с соляной кислотой происходит выпадение белого осадка;
- под действием гидроксида натрия из вещества **A** образуется темно-коричневый осадок, который растворяется в водном растворе аммиака;
- при сильном нагревании (350°C) вещество **A** разлагается с образованием бурого газа.

В качестве ответа введите формулу вещества **A**.

Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **A** является AgNO_3 , так как:

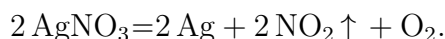
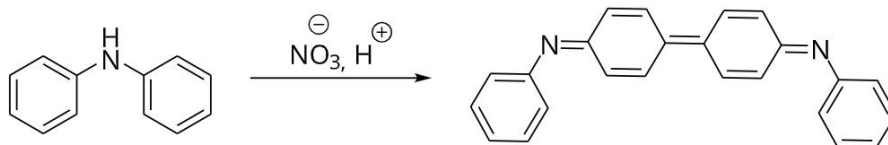


AgCl — нерастворимый в воде осадок белого цвета.



Ag_2O — темно-коричневый осадок растворимый в водном растворе аммиака.

При взаимодействии дифениламина с нитрат-ионами в кислой среде наблюдается темно-синее окрашивание:



В ходе реакции разложения AgNO_3 происходит выделение бурого газа NO_2 .

Ответ: AgNO_3 .

Задача II.2.1.6. (8 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

Выберите химические и физико-химические процессы, в ходе которых одним из продуктов реакции будет являться кислород O_2 .

1. Горение фосфора.
2. Нагревание пероксида водорода.
3. Оксид ртути (II) + сконцентрированный двояковыпуклой линзой пучок солнечных лучей.
4. Взаимодействие раствора серной кислоты и алюминия.
5. Взаимодействие металлического магния с парами воды.
6. Реакция замещения меди железом в растворе сульфата меди (II).

Ответ: 2, 3.

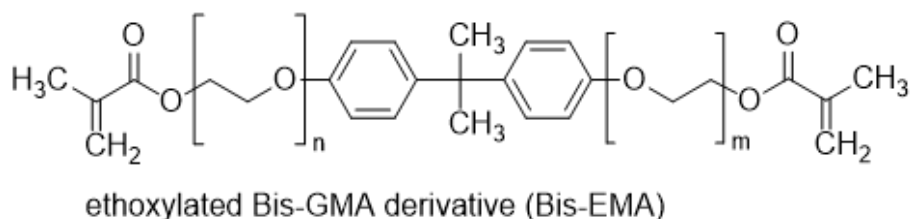
Первая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.2.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем, а также органический мономер, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу. Одним из таких мономеров является bis-EMA — соединение с формулой, представленной на изображении, при этом $n + m$ обычно не превышает 10. Рассчитайте точное количество звеньев ($n + m$), если при сгорании 5,4 г этого соединения образуется 6,944 л (н. у.) углекислого газа и 3,6 г воды.



Решение

Найдем соотношение $n(C) : n(H)$ по продуктам сгорания.

$$n(CO_2) = 6,944 / 22,4 = 0,31 \text{ моль}, n(C) = n(CO_2) = 0,31 \text{ моль}.$$

$$n(H_2O) = 3,6 / 18 = 0,2 \text{ моль}, n(H) = 2n(H_2O) = 0,4 \text{ моль}.$$

$$n(C) : n(H) = 31 : 40.$$

Общая формула мономера — $C_{23}H_{24}O_4(C_2H_4O)_{n+m}$.

При $m + n = 4$ общей формулой будет $C_{31}H_{40}O_8$, и соотношение $n(C) : n(H) = 31 : 40$ выполняется.

Уравнение горения мономера: $C_{31}H_{40}O_8 + 37 O_2 = 31 CO_2 + 20 H_2O$.

Можно решить это задание и стандартным способом через нахождение молярной массы мономера.

Ответ: 4.

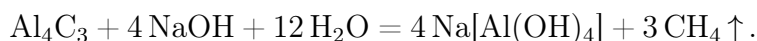
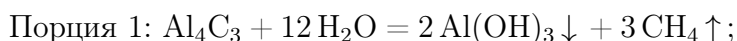
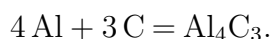
Задача II.2.2.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

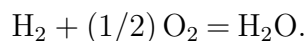
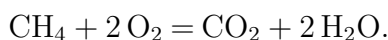
Условие

Измельченную смесь a г алюминия и b г углерода прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, в обоих случаях наблюдалось выделение бесцветного газа. Газы, выделившиеся в результате этих реакций, объединили и высушили, а затем сожгли. Чему равна плотность полученной смеси при $200^\circ C$ и атмосферном давлении ($1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$)? Ответ выразите в г/мл и округлите до десятых.

Решение



При горении смеси метана и водорода выделится смесь углекислого газа и воды:



Найдем количества алюминия и углерода. $n(\text{Al}) = a/M(\text{Al})$, $n(\text{C}) = b/M(\text{C})$. Значения a и b в задании подобраны таким образом, чтобы алюминий находился в избытке (иначе можно было бы дать ответ на поставленный вопрос, избегая расчетов по уравнениям реакций, так как смесь газов состояла бы из чистого метана).

Видно, что в обоих случаях выделяется одинаковое количество метана, а во второй порции еще и водород за счет реакции избытка алюминия с раствором щелочи. Найдем их количества.

Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь углерод перешел сначала в форму карбида алюминия, затем в форму метана, а затем — в форму углекислого газа, таким образом количество вещества метана равно начальному количеству вещества углерода: $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = b/M(\text{C})$.

Осталось рассчитать количество вещества водорода. Для начала найдем количество алюминия, содержащееся в смеси после прокаливания $n(\text{Al})_{\text{ост}}$.

$$n(\text{Al})_{\text{реак}} = 4/3 \cdot n(\text{C}) = 4b/3M(\text{C}).$$

$$n(\text{Al})_{\text{ост}} = (1/2) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

$$\text{Тогда } n(\text{H}_2) = (3/2) \cdot n(\text{Al})_{\text{ост}} = (3/4) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

Подставим в формулы $M(\text{C}) = 12$ г/моль, $M(\text{Al}) = 27$ г/моль, чтобы они стали менее громоздкими.

$$\text{Тогда } n(\text{CO}_2) = b/12, n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) + 2n(\text{CH}_4) = a/36 + b/12.$$

Найдем среднюю молярную массу газовой смеси.

$$\begin{aligned} M_{\text{ср}} &= \frac{m(\text{общ})}{n(\text{общ})} = \frac{[m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2)]}{[n(\text{H}_2\text{O}) + n(\text{CO}_2)]} = \frac{[44(b/12) + 18(a/36 + b/12)]}{[a/36 + b/6]} = \\ &= 6 \cdot (3a + 31b)/(a + 6b). \end{aligned}$$

$$pV = (m/M_{\text{ср}})RT, \rho = M(p/RT).$$

$$T = 200 + 273 = 473 \text{ К}, R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}), p = 101,3 \text{ кПа}.$$

$$\rho = (101,3/(473 \cdot 8,31)) \cdot 6 \cdot (3a + 31b)/(a + 6b) = 0,1546 \cdot (3a + 31b)/(a + 6b) \text{ г/мл}.$$

Итоговый ответ зависит от исходных значений a и b .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
a	27	54	3
b	8	12	1

Задача II.2.2.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

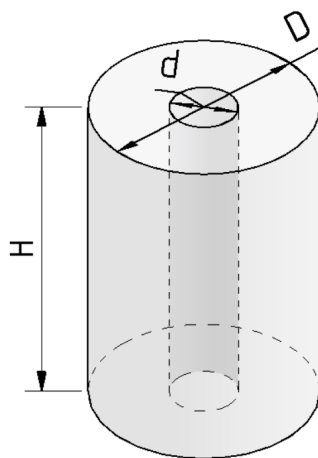
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

В деталь в форме цилиндра с диаметром основания $D = 6$ см и высотой H см ($D < H$) просверлили продольное сквозное отверстие диаметром d , а затем погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока силой $I = 50$ А на $t = 30$ мин. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной $x = 0,02$ мм и плотностью 4 г/мл.

Рассчитайте диаметр просверленного отверстия, если выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Толщиной растворившегося слоя алюминия пренебречь.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + S(\text{боковая внешняя}) + S(\text{боковая внутренняя}) = \\ = \pi(D^2 - d^2)/2 + \pi(D + d)H.$$

Выразим d через S , для этого потребуется решить квадратное уравнение:

$$d = H \pm \sqrt{(H + D)^2 - 2S/\pi}.$$

Так как $D < H$, нужно выбрать меньший из корней: $d = H - \sqrt{(H + D)^2 - 2S/\pi}$.
 $V = Sx$, $m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sx$, значит $n = \rho Sx/M(\text{Al}_2\text{O}_3)$.

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления: $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F$, откуда $\rho Sx/M(\text{Al}_2\text{O}_3) = It/6F$.

Получаем $S = M(\text{Al}_2\text{O}_3)It/[6F\rho x]$, тогда

$$d = H - \sqrt{(H + D)^2 - M(\text{Al}_2\text{O}_3)It/(3F\rho x\pi)}.$$

Подставим постоянные величины: $I = 5$ А, $t = 1800$ с, $F = 96500$ Кл/моль, $D = 6$ см, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль, $\pi = 3,14$, $\rho = 4$ г/мл.

$$d = H - \sqrt{(6 + H)^2 - 0,252/x}.$$

x необходимо перевести в сантиметры.

$$d = H - \sqrt{(6 + H)^2 - 126}.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	6,5	7,3	0,05

Задача П.2.2.4. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и гидрофосфата калия концентрацией 0,05 М. При доведении до метки по ошибке вместо дистиллированной воды был использован 0,1 М раствор поваренной соли.

Какова массовая доля кислорода в смеси солей, образующейся при осторожном выпаривании досуха питательного раствора, который содержит X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия? Возможными процессами разложения и гидролиза солей пренебречь. Ответ дайте в процентах с точностью до десятых.

Решение

Будем сначала считать, что ошибки не произошло. Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей:

NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, K_2HPO_4 — 174 г/моль.

$$n(P) = n(KH_2PO_4) = Y/31, \quad n(K) = Z/39, \quad \text{отсюда}$$

$$n(KNO_3) = n(K) - 2n(K_2HPO_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31.$$

$$n(N) = n(KNO_3) + 2n(NH_4NO_3) = X/14, \quad \text{откуда}$$

$$n(NH_4NO_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(NH_4NO_3) + 101n(KNO_3) + 174n(K_2HPO_4).$$

$$\begin{aligned} m(\text{солей}) &= 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) + 174 \cdot Y/31 = \\ &= 20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(O) &= 16 \cdot (4n(KH_2PO_4) + 3 \cdot n(NH_4NO_3) + 3 \cdot n(KNO_3)) = \\ &= 64Y/31 + 24 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 48 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) = 16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39. \end{aligned}$$

Теперь необходимо рассчитать, сколько $NaCl$ было добавлено. Для этого нам требуется знать объемы всех стандартных растворов солей, взятых для приготовления концентрата, чтобы по остаточному принципу вычислить объем добавленного раствора поваренной соли.

$$V(KH_2PO_4) = n(KH_2PO_4)/C(KH_2PO_4) = Y/31/0,05 = 20Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = C(\text{KNO}_3) \cdot n(\text{KNO}_3) = (Z/39 - 2 \cdot Y/31)/0,05 = 20Z/39 + 40Y/31.$$

$$V(\text{NH}_4\text{NO}_3) = C(\text{NH}_4\text{NO}_3) \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/0,05 =$$

$$= 10X/14 - 10Z/39 + 20Y/31.$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 20Y/31 - 20Z/39 + 40Y/31 - [10X/14 - 10Z/39 + 20Y/31].$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 10Z/39 - 10X/14.$$

$$m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot C(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 5,85 \cdot (1 - 10Z/39 - 10X/14).$$

$$m(\text{общ}) = m(\text{солей}) + m(\text{NaCl}) = 20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31 + 5,85 \cdot (1 - 10Z/39 - 10X/14).$$

$$W(\text{O}) = m(\text{O})/m(\text{общ}).$$

$$W(\text{O}) (\%) = \frac{[16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39]}{[20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31 + 5,85 \cdot (1 - 10Z/39 - 10X/14)]} \cdot 100.$$

Подставлять X, Y, Z необходимо в г.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	49 мг = 0,049 г	63 мг = 0,063 г	7 мг = 0,007 г
Y	31 мг = 0,031 г	37,2 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	117 мг = 0,117 г	195 мг = 0,195 г	39 мг = 0,039 г

Задача II.2.2.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождается практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. II.2.1. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

При горении 87 г одноосновной аминокислоты **А** выделяется 63 мл воды и 89,6 л (н. у.) газообразной смеси, при пропускании которой через известковую воду образуется 300 г осадка. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты **А**. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, лизин.

Решение

При горении аминокислоты образуются следующие продукты: вода, углекислый газ и азот. Из двух получаемых газов только углекислый газ при пропускании через известковую воду вступает в реакцию: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Из условия задачи известно, что в ходе приведенной выше реакции образуется 300 г осадка карбоната кальция. Из уравнения реакции находим количество вещества и объем углекислого газа:

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{300 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 3 \text{ моль},$$

$$V(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot V_m = 3 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 67,2 \text{ л}.$$

Затем находим объем и количество вещества выделившегося азота:

$$V(\text{N}_2) = V(\text{CO}_2 + \text{N}_2) - V(\text{CO}_2) = 89,6 \text{ л} - 67,2 \text{ л} = 22,4 \text{ л},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = 22,4 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 1 \text{ моль}.$$

Для дальнейшего расчета необходимо определить количество вещества воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O})}{M} = \frac{63 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл}}{18 \text{ г/моль}} = 3,5 \text{ моль}.$$

Из полученных значений количеств вещества продуктов находим значение количеств веществ основным элементов, входящих в состав аминокислоты. Так, на одну молекулу углекислого газа приходится один атом углерода и их количества вещества совпадают:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль}.$$

На молекулу вещества воды приходится 2 атома водорода, поэтому количество вещества воды умножаем на 2:

$$\nu(\text{H}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 3,5 \text{ моль} \cdot 2 = 7 \text{ моль}.$$

Аналогично и в случае азота, на одну молекулу газа приходится 2 атома азота:

$$\nu(\text{N}) = \nu(\text{N}_2) \cdot 2 = 1 \text{ моль} \cdot 2 = 2 \text{ моль}.$$

Опираясь на полученные данные рассчитываем массы соответствующих элементов:

$$m(\text{C}) = \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 3 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 36 \text{ г},$$

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 7 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 7 \text{ г},$$

$$m(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 2 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 28 \text{ г}.$$

Затем находим массу и количество вещества кислорода в аминокислоте:

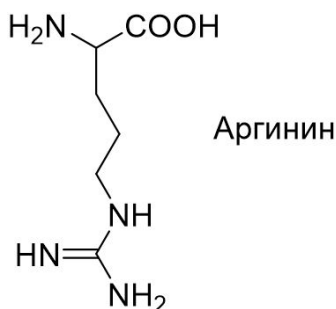
$$m(\text{O}) = m(\text{A}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N})) = 87 \text{ г} - (36 \text{ г} + 7 \text{ г} + 28 \text{ г}) = 16 \text{ г},$$

$$\nu(\text{O}) = \frac{m}{M(\text{O})} = \frac{16 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 3 : 7 : 2 : 1.$$

Таким образом, простейшая формула аминокислоты **A** — $\text{C}_3\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_1$.

Из условия задачи нам известно, что аминокислота **A** одноосновная, следовательно, в ней содержится минимум 2 атома кислорода и рассчитанная формула принимает вид — $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$.



Из всех известных протеиногенных аминокислот, только в случае аргина в состав входят 4 атома азота.

Аминокислота **A** — аргинин.

Ответ: аргинин.

Задача II.2.2.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Выберите верное описание процесса взаимодействия реагентов.

1. При охлаждении в пробирке черного порошка CuO в воде можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в изумрудный цвет.
2. При нагревании в пробирке черного порошка CuO с бесцветным раствором уксусной кислоты можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в голубой цвет.
3. При нагревании в пробирке черного порошка CuO в воде можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в голубой цвет.
4. При охлаждении в пробирке черного порошка CuO с бесцветным раствором уксусной кислоты можно наблюдать постепенное растворение осадка и окрашивание раствора в изумрудный цвет.

Ответ: 2.

Вторая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача II.2.3.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения металлических нанопокровов на украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности.

Деталь в форме ромба с диагоналями 6 и 8 см, погрузили в стакан, содержащий $V = 100$ мл раствор нитрата серебра и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d , а концентрация соли уменьшилась до C_0 .

Какую навеску кристаллического нитрата серебра нужно взять для приготовления 100 л исходного раствора? Ответ укажите в г, округлив до целых. Толщиной детали и изменением объема раствора пренебречь. Плотность серебра — $10,5 \text{ г/см}^3$.

Решение

Найдем площадь поверхности детали. Если разрезать ромб по диагоналям, получится 4 одинаковых прямоугольных треугольника с катетами $a = 3$ см и $b = 4$ см, а площадь поверхности всей детали будет равна $S = 4ab = 48 \text{ см}^2$.

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$.

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле $V = Sd$.

Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, $V(\text{Ag}) = Sd$, получаем $n = \rho d S / M(\text{Ag})$.

Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ . Тогда начальное количество серебра равно $n(\text{Ag}) = n + C_0V$.

Так как для покрытия берется 1/1000 часть приготовленного раствора (100 мл из 100 л), то искомая масса навески будет в 1000 раз превышать массу, которая содержит $n(\text{Ag})$ серебра. Тогда $m(\text{Ag}) = 1000 \cdot n(\text{Ag}) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 1000 \cdot (\rho d S / M(\text{Ag}) + C_0 V) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 108000(4,666 \cdot 10^{-5}d + 0,1C_0)$, если подставлять d в нм.

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в полученную формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных. Среднее значение — 100 мг. Точность ± 2 мг.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,0002	0,0008	0,0001
d	70	130	5

Задача П.2.3.2. (27 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

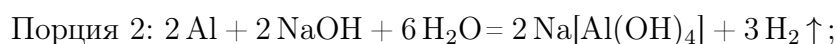
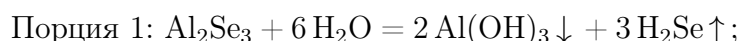
Условие

Измельченную смесь алюминия и селена прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, при этом выделилось X л газа, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом выделилось Y л газа. Какова массовая доля селена в исходной смеси? Ответ выразите в процентах, округлив до целых.

Решение

Поведение селена в вышеперечисленных процессах напоминает поведение серы, поэтому уравнения реакции также записываются аналогичным образом.

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (селен и селенид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились селенид алюминия и избыток самого алюминия.



Найдем массы веществ после прокаливания в каждой порции:

$$n(\text{H}_2\text{Se}) = X/V_m, n(\text{Al}_2\text{Se}_3) = n(\text{H}_2\text{Se})/3 = X/3V_m, m(\text{Al}_2\text{Se}_3) = M(\text{Al}_2\text{Se}_3) \cdot X/3V_m.$$

$$n(\text{H}_2) = Y/V_m, n(\text{Al}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{S})/3V_m = 2Y/3V_m, m(\text{Al}) = 2M(\text{Al}) \cdot Y/3V_m.$$

Массовая доля селена в начальной смеси до прокаливания равна таковой в каждой из полученных порций (в этом процессе масса сохраняется, так как не выделяется газообразных продуктов). Найдем массу селена в одной порции — это можно сделать через количество вещества селеноводорода, так как количество атомов селена также сохраняется: $m(\text{Se}) = M(\text{Se}) \cdot n(\text{H}_2\text{Se}) = M(\text{Se}) \cdot X/V_m$.

$$\text{Тогда } \omega(\text{Se}) = m(\text{Se})/[m(\text{Al}_2\text{Se}_3) + m(\text{Al})] = 3M(\text{Se}) \cdot X/[M(\text{Al}_2\text{Se}_3) \cdot X + 2M(\text{Al}) \cdot Y].$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}, M(\text{Se}) = 79 \text{ г/моль}.$$

$$\omega(\text{Se}) \% = 237 \cdot X/[291X + 54Y] \cdot 100.$$

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	2,24	22,4	2,24
Y	2,24	22,4	2,24

Задача II.2.3.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,05 М растворы нитрата аммония, нитрата калия и гидрофосфата калия. С помощью этих солей готовится концентрат, содержащий X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия. Какой объем раствора нитрата аммония необходимо взять для приготовления такого концентрата? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразить в мл и округлить до целых.

Решение

Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$n(\text{P}) = n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{ отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - 2n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{ откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)).$$

$$V(\text{p-ра}) = n/C = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/0,05 = 5X/7 - 10Z/39 + 20Y/31 \text{ мл}.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	280	490	70
Y	31	37,2	6,2
Z	117	195	39

Задача П.2.3.4. (20 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите на органические компоненты приходится 40% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой оксид некоторого элемента, а при высокотемпературном обжиге 10 г этого композита, в ходе которого органические компоненты сгорают с образованием углекислого газа и воды, и последующей обработке остатка плавиковой кислотой выделяется 2,24 л газа. В ответе запишите название элемента одним словом русскими буквами.

Решение

При высокотемпературном обжиге композита органическая часть сгорит, а останется неорганическая часть, состоящая из неизвестного оксида неизвестного оксида A_xO_y . При его обработке фтороводородной кислотой, скорее всего, газообразным продуктом будет фторид элемента А. Предположим сначала, что количества оксида и фторида совпадают. Это произойдет, если валентность А в оксиде — четная. Тогда $m(A_xO_y) = 10 \cdot 0,6 = 6$ г, $M(A_xO_y) = 6/0,1 = 60$ г/моль. Пусть валентность элемента в оксиде n , и она четная.

При $n = 2$ $M(A) = 60 - 16 = 44$, это скандий, но он находится в III группе и оксид состава ScO не образует.

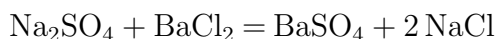
$n = 4$ $M(A) = 60 - 16 \cdot 2 = 28$, это **кремний**, SiO_2 . Подходит, так как действительно твердый и инертный, но в плавиковой кислоте растворяется.

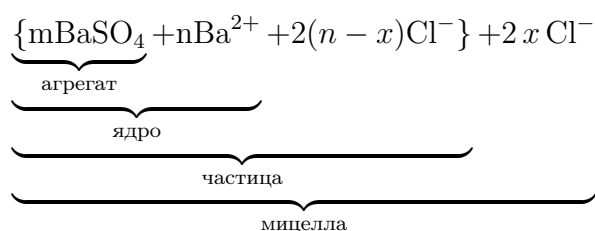
Ответ: кремний.

Задача П.2.3.5. (16 баллов)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:





Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла BaSO_4 имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов $(n-x)$, находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами.

Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой. Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.
- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n-x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **B** если известно, что:

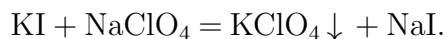
- раствор вещества **B** окрашивает пламя горелки в фиолетовый цвет;
- в ходе реакции взаимодействия раствора вещества **B** с гексанитрокобальтатом (III) натрия наблюдается выпадение осадка желтого цвета;
- при добавлении к раствору вещества **B** хлорида бария реакции не наблюдается;
- раствор вещества **B** взаимодействует с нитритом натрия в кислых условиях с образованием темного осадка и буряющего газа.

В качестве ответа приведите формулу вещества **B**.

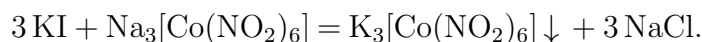
Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **В** является KI, так как:

Ионы калия окрашивают пламя в фиолетовый цвет.



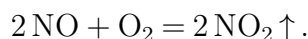
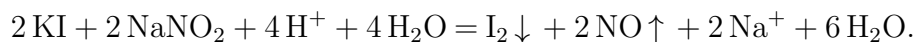
KClO_4 — белый осадок, плохо растворимый в воде.



$\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ — желтый осадок.



KI не взаимодействует с BaCl_2 .



I_2 — черный осадок.

NO — бесцветный газ, который взаимодействует с кислородом воздуха с образованием бурого газа NO_2 .

Ответ: KI.

Задача II.2.3.6. (10 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

В пробирке находится вещество **X** — прозрачная жидкость, при добавлении лакмуса к которой, индикатор окрашивается в красный. Известно, что при добавлении в пробирку с раствором магния или цинка с различной интенсивностью будет выделяться газообразный водород, при добавлении нитрата серебра выпадет белый творожистый осадок, а при добавлении меди реакция происходить не будет. Назовите вещество **X**.

Ответ: HCl.

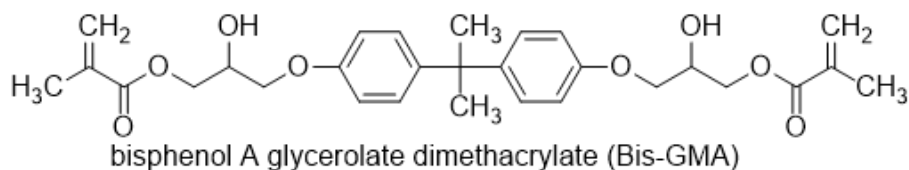
Вторая попытка. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.4.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем, а также органический мономер, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу. Одним из таких мономеров является bis-EMA — соединение с формулой, представленной на изображении. Видно, что оно является сложным эфиром метакриловой кислоты (C_3H_5COOH) и спирта — производного бисфенола. Какую минимальную массу хлорангидрида метакриловой кислоты нужно взять для синтеза 128 г этого мономера, если предположить, что выход реакции равен 100%? Ответ укажите в граммах с точностью до сотых.



Решение

Молекула содержит 2 фрагмента метакриловой кислоты (в формуле мономера ее остатки — справа и слева), а значит, для получения 1 моля Bis-GMA необходимо взять 2 моля хлорангидрида C_3H_6COCl . Брутто-формула Bis-GMA — $C_{29}H_{36}O_8$, $M(\text{Bis-GMA}) = 512$ г/моль.

$n(\text{Bis-GMA}) = m/M = 128/512 = 0,25$ моль, значит $n(C_3H_6COCl) = 0,5$ моль, $M(C_3H_6COCl) = 105,5$ г, $m(C_3H_6COCl) = 105,5 \cdot 0,5 = 52,75$ г.

Ответ: $52,75 \pm 0,1$.

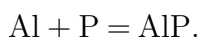
Задача П.2.4.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

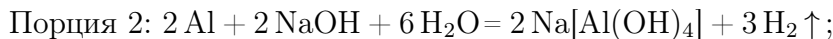
Условие

Измельченную смесь алюминия и красного фосфора прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а ко второй — избыток раствора гидроксида натрия. Выделившийся газ во втором случае оказался легче первого. Все газы собрали и сожгли в избытке кислорода, а затем смесь остудили, при этом образовался единственный продукт — раствор Y %-ного раствора ортофосфорной кислоты. Какова массовая доля алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

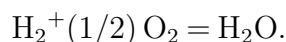
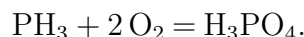
Решение



То, что во втором случае газ оказался легче первого говорит о том, что алюминий был взят в избытке, так как в противном случае этого бы не произошло, так как и фосфид алюминия, и сам фосфор при взаимодействии со щелочью образует газ фосфин. В случае избытка алюминия выделяющийся фосфин будет разбавляться выделяющимся водородом.



При сгорании смеси газов будет протекать следующие процессы:



Сначала найдем количества фосфорной кислоты и воды:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = m\omega/M = XY/(100 \cdot 98).$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = X(100 - Y)/(100 \cdot 18).$$

Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь фосфор перешел сначала в форму фосфида алюминия, затем — фосфина и фосфорной кислоты, таким образом, количество вещества выделившегося из обеих порций фосфина равно начальному количеству вещества фосфора:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{PH}_3) = n(\text{P}) = XY/9800.$$

В водород перешла половина алюминия, оставшегося в избытке после прокаливания, причем из каждых 2 молей алюминия образовывалось 3 моля водорода согласно уравнению реакции. Поэтому $n_{\text{изб}}(\text{Al}) = 2 \cdot (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = (4/3) \cdot X(100 - Y)/(100 \cdot 18) = X(100 - Y)/1350$.

Количество прореагировавшего по реакции $\text{Al} + \text{P} = \text{AlP}$ алюминия равно количеству фосфора:

$$n_{\text{реак}}(\text{Al}) = n(\text{P}) = XY/9800.$$

Общее количество алюминия в смеси:

$$n(\text{Al}) = n_{\text{изб}}(\text{Al}) + n_{\text{реак}}(\text{Al}) = X(100 - Y)/1350 + XY/9800.$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{n(\text{Al})M(\text{Al})}{[n(\text{Al})M(\text{Al}) + n(\text{P})M(\text{P})]}.$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{27X(100 - Y)/1350 + 27XY/9800}{[27X(100 - Y)/1350 + 27XY/9800 + 31XY/9800]}.$$

$$\omega(\text{Al}) \% = 100 \cdot (19600 - 169Y)/(19600 - 138Y) = 100 - 3100Y/(19600 - 138Y).$$

Итоговый ответ зависит от исходного значения Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
Y	60	99	1

Задача П.2.4.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

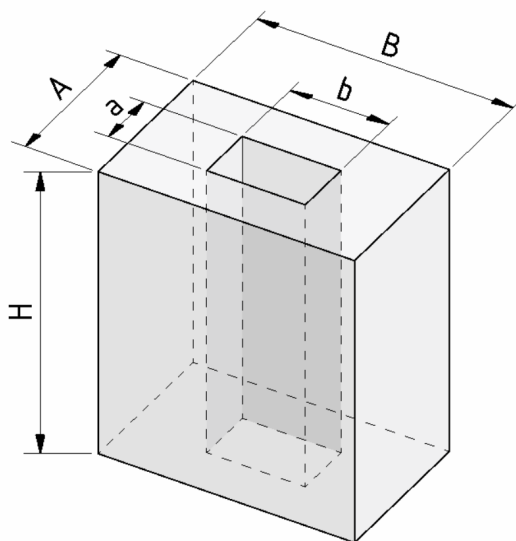
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

Деталь в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами $A \times B \times H$ ($8 \times 6 \times H$) и прямоугольным сквозным отверстием размерами $a \times b$ (6×4) погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока силой $I = 5$ А на $t = 30$ мин. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d мкм.

Рассчитайте плотность образовавшегося покрытия, если выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Ответ дайте в г/мл с точностью до десятых.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$\begin{aligned} S &= 2S(\text{оснований}) + S(\text{боковая внешняя}) + S(\text{боковая внутренняя}) = \\ &= 2(AB - ab) + 2(A + B)H + 2(a + b)H = 2(AB - ab + AH + aH + BH + bH). \\ V &= Sd, \quad m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sd, \quad \text{значит} \\ n &= 2\rho d(AB - ab + AH + aH + BH + bH)/M(\text{Al}_2\text{O}_3). \end{aligned}$$

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления:

$2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$, $n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F$, откуда

$$\rho = IM(\text{Al}_2\text{O}_3)t/[12Fd(AB - ab + AH + aH + BH + bH)].$$

Подставим постоянные величины: $I = 5\text{ А}$, $t = 1800\text{ с}$, $F = 96500\text{ Кл/моль}$, $d_1 = 6\text{ см}$, $d_2 = 8\text{ см}$, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102\text{ г/моль}$.

$$\rho = 0,0661/[d(1 + H)].$$

d необходимо перевести в сантиметры, тогда $\rho = 661/[d(1 + H)]$.

Порядки верных ответов: 1,0–3,7 г/мл.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	4	8	1
d мкм	40	70	5

Задача П.2.4.4. (20 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата калия концентрацией 0,2 М.

При доведении до метки по ошибке вместо дистиллированной воды был использован 0,1 М раствор поваренной соли. Какую общую минерализацию (массу всех солей в 1 л раствора) будет иметь раствор, который содержит X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия? Ответ выразите в г и округлите до сотых.

Решение

Будем сначала считать, что ошибки не произошло. Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью KH_2PO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей: NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, KH_2PO_4 — 136 г/моль.

$$n(\text{P}) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{ откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 101n(\text{KNO}_3) + 136n(\text{KH}_2\text{PO}_4).$$

$$\begin{aligned} m(\text{солей}) &= 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - Y/31) + 136 \cdot Y/31 = \\ &= 20X/7 + 61Z/39 + 75Y/31. \end{aligned}$$

Теперь необходимо рассчитать, сколько NaCl было добавлено. Для этого нам потребуется знать объемы всех стандартных растворов солей, взятых для приготовления концентрата, чтобы по остаточному принципу вычислить объем добавленного раствора поваренной соли.

$$V(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4)/C(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31/0,2 = 5Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3)/C(\text{KNO}_3) = (Z/39 - Y/31)/0,2 = 5Z/39 - 5Y/31.$$

$$\begin{aligned} V(\text{NH}_4\text{NO}_3) &= n(\text{NH}_4\text{NO}_3)/C(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31))/0,2 = \\ &= (5/2)(X/14 - Z/39 + Y/31). \end{aligned}$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 5Y/31 - (5Z/39 - 5Y/31) - (5/2)(X/14 - Z/39 + Y/31).$$

$$V(\text{NaCl}) = 1 - 2,5 \cdot (Z/13 - X/14 - Y/31).$$

$$m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot C(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 5,85 \cdot (1 - 2,5 \cdot (Z/13 - X/14 - Y/31)).$$

$$\begin{aligned} m(\text{общ}) &= m(\text{солей}) + m(\text{NaCl}) = 20X/7 + 61Z/39 + 75Y/31 + \\ &+ 5,85 \cdot (1 - 2,5 \cdot (Z/13 - X/14 - Y/31)). \end{aligned}$$

Подставлять X, Y, Z необходимо в г.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	49 мг = 0,049 г	63 мг = 0,063 г	7 мг = 0,007 г
Y	31 мг = 0,031 г	37,2 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	78 мг = 0,078 г	273 мг = 0,273 г	39 мг = 0,039 г

Задача II.2.4.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождается практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. П.2.2. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

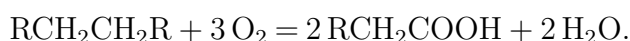
Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

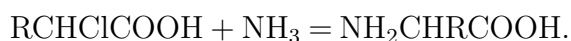
При каталитическом окислении 22,4 л (н. у.) неразветвленного симметричного алкана образуется карбоновая кислота, которая при последовательной обработке желтовато-зеленым газом в присутствии красного фосфора и избытком аммиака дает 150 г аминокислоты В. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты В. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, железо.

Решение

Каталитическое окисление алканов является распространенным способом получения карбоновых кислот. В условии задачи алкан неразветвленный и симметричный:



Последующее воздействие на полученную карбоновую кислоту желтовато-зеленым газом (хлором) в присутствии красного фосфора приводит к образованию продукта галогенирования α -метиленовой группы кислоты, который в ходе взаимодействия с аммиаком дает желаемую аминокислоту:



Согласно уравнениям реакции, можно рассчитать количество вещества образовавшейся карбоновой кислоты:

$$\nu(\text{алкан}) = \frac{V(\text{алкан})}{V_m} = \frac{22,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{карб. к-та}) = \nu(\text{алкан}) \cdot 2 = 1 \text{ моль} \cdot 2 = 2 \text{ моль}.$$

Опираясь на значения, стехиометрических коэффициентов последующих реакций можно сделать вывод о том, что количество вещества аминокислоты **В** соответствует количеству вещества карбоновой кислоты:

$$\nu(\text{В}) = \nu(\text{карб. к-та}) = 2 \text{ моль}.$$

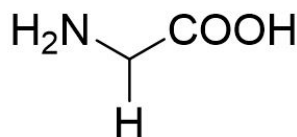
Из условия задачи известно, что в ходе синтеза получается 300 г аминокислоты **В**, следовательно, можно рассчитать ее молекулярную массу:

$$M(\text{В}) = \frac{m(\text{В})}{n(\text{В})} = \frac{150 \text{ г}}{2 \text{ моль}} = 75 \text{ г/моль}.$$

Молекулярная масса аминокислоты складывается из молекулярной массы ее основной части (74 г/моль) и молекулярной массы бокового радикала:

$$M(\text{R}) = M(\text{В}) - M(\text{осн.}) = 75 \text{ г/моль} - 74 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль},$$

$$R = H.$$



Глицин

Аминокислота **В** — глицин.

Ответ: глицин.

Задача II.2.4.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Выберите вещества, получаемые в процессе взаимодействия уксусной кислоты и натриевой соли угольной кислоты.

1. HNO_3 .
2. H_2O .
3. Na .

4. CH_3COONa .
5. CO_2 .
6. Na_2O .
7. O_2 .

Ответ: 2, 4, 5.

Третья попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.2.5.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения металлических нанопокровтий на украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности.

Деталь в форме прямоугольной рамки с внешними размерами $A \times B = 6 \times 4$ см и внутренними $a \times b = 4 \times 2$ см, погрузили в стакан, содержащий 100 мл раствор нитрата серебра с концентрацией C_0 М и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d нм. После этого деталь аккуратно извлекли, а к оставшемуся раствору прилили избыток раствора соляной кислоты, что привело к выпадению белого осадка.

Найдите его массу, выразите ее в мг и округлите до целых. Толщиной детали и изменением объема раствора, а также потерями жидкости при извлечении детали пренебречь. Плотность серебра — $10,5 \text{ г/см}^3$.

Решение

Найдем площадь поверхности детали. Ее площадь будет равна удвоенной разнице площадей внешнего и внутреннего прямоугольников:

$$S = 2 \cdot (A \cdot B - a \cdot b) = 2 \cdot (6 \cdot 4 - 4 \cdot 2) = 16 \text{ см}^2.$$

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$.

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле: $V = Sd$.

Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, $V(\text{Ag}) = Sd$, получаем $n = \rho d S / M(\text{Ag})$.

Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ . Тогда конечное количество серебра равно $n(\text{Ag}^+) = C_0 V - n$.

При осаждении ионов серебра с помощью соляной кислоты происходит реакция: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$, поэтому $n(\text{AgCl}) = n(\text{Ag}^+)$, а $m(\text{осадка}) = M(\text{AgCl}) \cdot n(\text{Ag}^+)$,

поэтому

$$\begin{aligned}M(\text{осадка}) &= M(\text{AgCl}) \cdot (C_0V - \rho dS/M(\text{Ag})) = 143,5(0,1C_0 - 1,555d) = \\ &= 14,35C_0 - 0,002235d,\end{aligned}$$

если d подставлять в нанометрах $M(\text{осадка}) \text{ мг} = 14350C_0 - 2,235d$.

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных. Типичное итоговое значение — 50 мг. Точность ± 2 мг.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,003	0,008	0,001
d	7	13	1

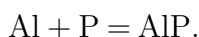
Задача II.2.5.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

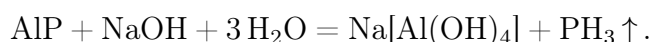
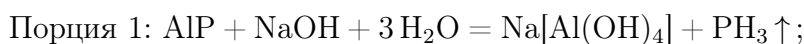
Условие

Измельченную смесь алюминия и красного фосфора прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, при этом выделилось X л газа, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом выделилось Y л газа. Газ во втором случае оказался легче первого. Какова массовая доля алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Решение



То, что во втором случае газ оказался легче первого говорит о том, что алюминий был взят в избытке, так как в противном случае этого бы не произошло, так как и фосфид алюминия, и сам фосфор при взаимодействии со щелочью образует газ фосфин. В случае избытка алюминия выделяющийся фосфин будет разбавляться выделяющимся водородом.



Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь фосфор перешел сначала в форму фосфида алюминия, а затем в форму фосфина, таким образом количество вещества выделившегося из обеих порций фосфина равно начальному количеству вещества фосфора: $n(\text{PH}_3) = n(\text{P}) = 2X/V_m$. Количество вещества водорода тогда будет равно $n(\text{H}_2) = (Y - X)/V_m$.

Осталось рассчитать количество избытка алюминия в каждой порции, а из него — общее количество вещества алюминия.

$$n(\text{Al}) = (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = 2(Y - X)/3V_m, \quad n(\text{Al})_{\text{реак}} = n(\text{P}),$$

$$n(\text{Al})_{\text{общ}} = n(\text{Al})_{\text{реак}} + 2 \cdot n(\text{Al}) = 2X/V_m + 4(Y - X)/3V_m = (2/3V_m)(X + 2Y).$$

$$\omega(\text{Al}) = m(\text{Al})/[m(\text{Al}) + m(\text{P})] = (2M(\text{Al})/3V_m)(X + 2Y)/[(2M(\text{Al})/3V_m)(X + 2Y) + 2X/V_m \cdot M(\text{P})].$$

Можно подставить постоянные: $M(\text{Al}) = 27$ г/моль, $M(\text{P}) = 31$ г/моль, $V_m = 22,4$ л/моль.

$$\text{Тогда } \omega(\text{Al}) \% = (0,804X + 1,607Y)/(3,572X + 1,607Y) \cdot 100.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	2,24	11,2	2,24
Y	13,44	22,4	2,24

Задача П.2.5.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и дигидрофосфата калия, из которых готовят раствор с нужным содержанием элементов. Какую общую минерализацию (массу всех солей в 1 л раствора) будет иметь раствор, который содержит X мг азота, Y мг фосфора и Z мг калия? Ответ выразить в мг и округлить до целых.

Решение

Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей: NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, KH_2PO_4 — 136 г/моль.

$$n(\text{P}) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31, \quad n(\text{K}) = Z/39, \quad \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \quad \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 101n(\text{KNO}_3) + 136n(\text{KH}_2\text{PO}_4).$$

$$m(\text{солей}) = 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - Y/31) + 136 \cdot Y/31 = \\ = 20X/7 + 61Z/39 + 75Y/31.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	70	350	70
Y	31	37,2	6,2
Z	78	780	39

Задача II.2.5.4. (15 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите белого цвета на наполнитель приходится 61,5% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой оксид некоторого элемента, а масса образца композита, содержащего 0,05 моль этого наполнителя, составляет 10 г. В ответе запишите название элемента в одно слово русскими буквами.

Решение

Найдем массу и молярную массу неизвестного оксида A_xO_y .

$m(A_xO_y) = 10 \cdot 0,615 = 6,15$ г, $M(A_xO_y) = 6,15/0,05 = 123$ г/моль. Пусть валентность элемента в оксиде n .

При $n = 1$ $M(A) = (123 - 16)/2 = 53,5$, не соответствует элементу.

$n = 2$ $M(A) = 123 - 16 = 107$, это палладий, но оксид палладия (II) — черный, не подходит.

$n = 3$ $M(A) = (123 - 16 \cdot 3)/2 = 37,5$, не соответствует элементу.

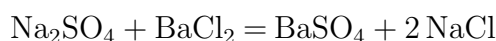
$n = 4$ $M(A) = 123 - 16 \cdot 2 = 91$, это цирконий, ZrO_2 белый, подходит.

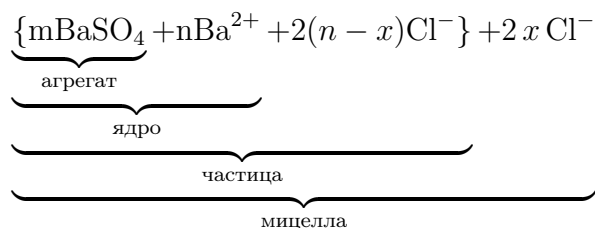
Ответ: цирконий.

Задача II.2.5.5. (2 балла)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:





Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла BaSO_4 имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов $(n-x)$, находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами.

Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой. Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.
- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n-x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **A** если известно, что:

- в ходе реакции взаимодействия вещества **A** с гидроксидом натрия происходит выпадение белого осадка;
- под действием гидроортофосфата калия в присутствии водного раствора аммиака на раствор вещества **A** образуется белый осадок;
- раствор вещества **A** не взаимодействует с раствором хлорида бария;
- под действием нитрата серебра (I) из вещества **A** образуется белый осадок, который растворяется в водном растворе аммиака.

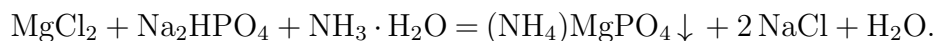
В качестве ответа введите формулу вещества **A**.

Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **A** является MgCl_2 , так как:

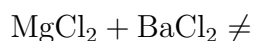
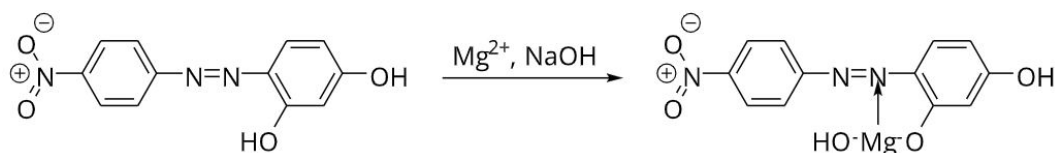


$\text{Mg}(\text{OH})_2$ — нерастворимый в воде осадок белого цвета.

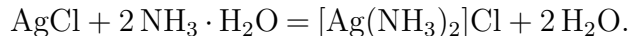
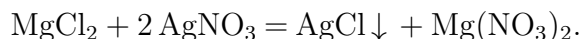


$(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4$ — осадок белого цвета.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$, образуемый под действием NaOH на MgCl_2 , образует комплекс с магнием I, который выпадает из раствора в виде синего осадка:



MgCl_2 не взаимодействует с BaCl_2 .



AgCl — белый осадок растворимый в водном растворе аммиака.

Ответ: MgCl_2 .

Задача II.2.5.6. (10 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

Методы разделения веществ в химии позволяют получить в чистом виде все составляющие смесь компоненты. Выберите из предложенного списка методы, не относящиеся к разделению веществ.

1. Фильтрование.
2. Перемешивание.
3. Дистилляция.
4. Адсорбция.
5. Отстаивание.
6. Хроматография.
7. Перегонка.

Ответ: 2.

Третья попытка. Задачи 10–11 класса

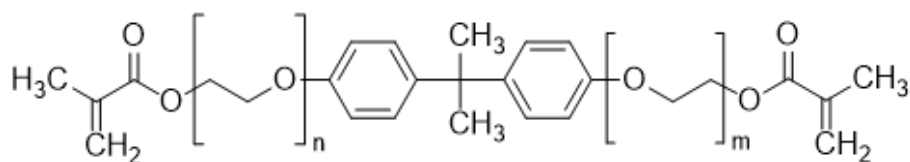
Задача II.2.6.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

Бисфенол А (2,2-бисгидроксифенилпропан) — важнейшее сырье для получения композитов для отверждаемых пломб в стоматологии, так как они представляют собой многокомпонентную смесь на основе органического мономера, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу.

Одним из таких мономеров является bis-EMA — соединение с формулой, представленной на изображении ниже. Бисфенол А получают конденсацией фенола и ацетона в присутствии катализаторов. Какую минимальную массу фенола нужно взять для синтеза 90,4 г bis-EMA, в котором $m = n = 1$, если выход упомянутой реакции конденсации — 75%? Массу выразите в г и округлите до сотых.



ethoxylated Bis-GMA derivative (Bis-EMA)

Решение

Бисфенол А содержит 2 бензольных кольца (фенольных фрагмента), значит для получения 1 моля бисфенола А нужно взять 2 моля фенола, а для получения 1 моля Bis-GMA необходимо взять 1 моль бисфенола. Брутто-формула Bis-GMA — $C_{29}H_{36}O_8$, $M(\text{Bis-GMA}) = 452 \text{ г/моль}$.

$n(\text{Bis-GMA}) = m/M = 90,4/452 = 0,2 \text{ моль}$, значит $n(\text{фенола}) = 0,4 \text{ моль}$, $M(C_6H_5OH) = 94 \text{ г/моль}$, $m(\text{фенола}) = 94 \cdot 0,4 = 37,6 \text{ г}$.

Ответ: $37,6 \pm 0,1$.

Задача II.2.6.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

Условие

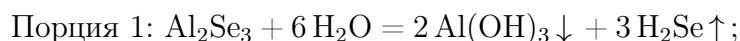
Измельченную смесь алюминия и селена прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а ко второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом в обоих случаях выделялись бесцветные газы. Выделившиеся газы собрали и совместно сожгли, в результате чего образовалось X г воды и Y г

оксида селена (IV). Какова массовая доля селена в исходной смеси? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

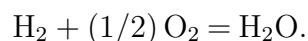
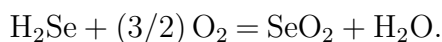
Решение

Поведение селена в вышеперечисленных процессах напоминает поведение серы, поэтому уравнения реакции также записываются аналогичным образом.

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (селен и селенид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились селенид алюминия и избыток самого алюминия.



Уравнения горения газов:



Найдем количества выделившихся газов — водорода и сероводорода. Пусть $n(\text{H}_2) = x$, $n(\text{H}_2\text{S}) = y$. Тогда $Y = 111y$, $X = 18x + 18y$, откуда $x = X/18 - Y/111$, $y = Y/111$.

Заметим, что весь селен, содержащийся в начальной смеси, перешел сначала в селенид алюминия, а затем и в селеноводород, поэтому $n(\text{Se}) = n(\text{H}_2\text{Se}) = Y/111$.

В водород перешла половина алюминия, оставшегося в избытке после прокаливания, причем из каждых 2 молей алюминия образовывалось 3 моля водорода согласно уравнению реакции. Поэтому $n_{\text{изб}}(\text{Al}) = 2 \cdot (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/111)$.

Количество прореагировавшего по реакции $2 \text{Al} + 3 \text{Se} = \text{Al}_2\text{Se}_3$ алюминия составляет $2/3$ от количества селена или $n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (2/3) \cdot (Y/111) = 2Y/333$.

Общее количество алюминия в смеси:

$$n(\text{Al}) = n_{\text{изб}}(\text{Al}) + n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/111) + 2Y/333 = 2X/27 - 2Y/333.$$

$$\begin{aligned} \omega(\text{Se}) \% &= n(\text{Se})M(\text{Se})/[n(\text{Se})M(\text{Se}) + n(\text{Al})M(\text{Al})] = \\ &= (79Y/111)/[61Y/111 + 2X] = 79Y/(61Y + 222X) \cdot 100. \end{aligned}$$

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	8,96	22,4	2,24
Y	2,24	8,96	2,24

Задача II.2.6.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

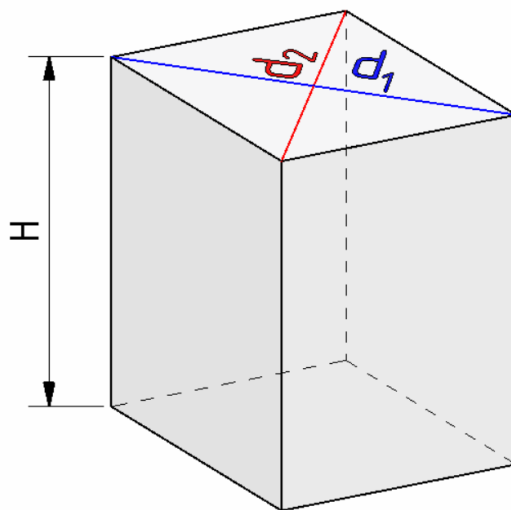
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

Деталь в форме призмы с основанием в виде ромба с диагоналями $d_1 = 6$ см, $d_2 = 8$ см и боковыми сторонами, равными H см (см. рис.), погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока на 30 мин. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d мкм.

Какова средняя сила тока анодирования, если принять плотность образовавшегося покрытия равной $\rho = 4$ г/мл, а выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Ответ выразите в А и округлите до десятых.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор, и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + 4S(\text{боковая}) = 2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H.$$

$$V = Sd, m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sd, \text{ значит } n = \rho d(2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H)/M(\text{Al}_2\text{O}_3).$$

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления:

$2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3, n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F, \text{ откуда}$$

$$I = 6\rho d(2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)t].$$

Подставим постоянные величины: $\rho = 4$ г/мл, $t = 1800$ с, $F = 96500$ Кл/моль, $d_1 = 6$ см, $d_2 = 8$ см, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль.

$$I = 6\rho d(2d_1d_2 + 2\sqrt{d_1^2 + d_2^2}H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)t] = 50,46d(24 + 5H).$$

d необходимо перевести в сантиметры, тогда $I = 0,005046d(24 + 5H)$.

Порядки верных ответов: 0,1–19 А.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	1	6	1
d мкм	10	70	10

Задача II.2.6.4. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,05 М растворы нитрата калия и гидрофосфата калия, требуется приготовить стандартный раствор нитрата аммония. Какую минимальную молярную концентрацию может иметь этот раствор, чтобы приготовление конечной смеси-концентрата, который содержал бы X г азота, Y г фосфора и Z г калия по схеме, описанной выше, было возможным? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразите в моль/л и округлите до тысячных.

Решение

Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$\begin{aligned} n(\text{P}) &= n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Y/31, \quad n(\text{K}) = Z/39, \quad \text{отсюда} \\ n(\text{KNO}_3) &= n(\text{K}) - 2n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31. \\ n(\text{N}) &= n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \quad \text{откуда} \\ n(\text{NH}_4\text{NO}_3) &= (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)). \end{aligned}$$

Для того, чтобы итоговый раствор можно было приготовить по указанной методике, нужно, чтобы суммарный объем растворов не превышал 1 л. При минимальной концентрации NH_4NO_3 сумма трех объемов, вносимых в мерную колбу, будет равна ровно 1 л.

Рассчитаем объемы каждого раствора:

$$V(\text{K}_2\text{HPO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4)/C(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Y/31/0,05 = 20Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3)/C(\text{KNO}_3) = (Z/39 - 2 \cdot Y/31)/0,05 = 20Z/39 - 40Y/31.$$

$$V(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3)/C(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/2C.$$

$$1 = 20Y/31 + 20Z/39 - 40Y/31 + (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31))/2C.$$

$$C = [X/14 - Z/39 + 2 \cdot Y/31]/[2 - 40(Z/39 - Y/31)].$$

Подставлять X, Y, Z необходимо в г.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	280 мг = 0,28 г	490 мг = 0,49 г	70 мг = 0,070 г
Y	31 мг = 0,031 г	31 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	117 мг = 0,117 г	195 мг = 0,195 г	39 мг = 0,039 г

Задача П.2.6.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождает практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. П.2.3. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

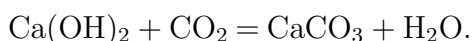
Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

При горении 17,4 г одноосновной аминокислоты **А** выделяется 12,6 мл воды и 17,92 л (н. у.) газообразной смеси, при пропускании которой через известковую воду образуется 60 г осадка. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты **А**. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, лизин.

Решение

При горении аминокислоты образуются следующие продукты: вода, углекислый газ и азот. Из двух получаемых газов только углекислый газ при пропускании через известковую воду вступает в реакцию:



Из условия задачи известно, что в ходе приведенной выше реакции образуется 300 г осадка карбоната кальция. Из уравнения реакции находим количество вещества и объем углекислого газа:

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{60 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,6 \text{ моль},$$

$$V(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,6 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 13,44 \text{ л}.$$

Затем находим объем и количество вещества выделившегося азота:

$$V(\text{N}_2) = V(\text{CO}_2 + \text{N}_2) - V(\text{CO}_2) = 17,92 \text{ л} - 13,44 \text{ л} = 4,48 \text{ л},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2 \text{ моль}.$$

Для дальнейшего расчета необходимо определить количество вещества воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O})}{M} = \frac{12,6 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл}}{18 \text{ г/моль}} = 0,7 \text{ моль}.$$

Из полученных значений количеств вещества продуктов находим значение количеств веществ основным элементом, входящих в состав аминокислоты. Так, на одну молекулу углекислого газа приходится один атом углерода и их количества вещества совпадают:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,6 \text{ моль}.$$

На молекулу вещества воды приходится 2 атома водорода, поэтому количество вещества воды умножаем на 2:

$$\nu(\text{H}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 0,7 \text{ моль} \cdot 2 = 1,4 \text{ моль}.$$

Аналогично и в случае азота, на одну молекулу газа приходится 2 атома азота:

$$\nu(\text{N}) = \nu(\text{N}_2) \cdot 2 = 0,2 \text{ моль} \cdot 2 = 0,4 \text{ моль}.$$

Опираясь на полученные данные рассчитываем массы соответствующих элементов:

$$m(\text{C}) = \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,6 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 7,2 \text{ г},$$

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 1,4 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 1,4 \text{ г},$$

$$m(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 0,4 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 5,6 \text{ г}.$$

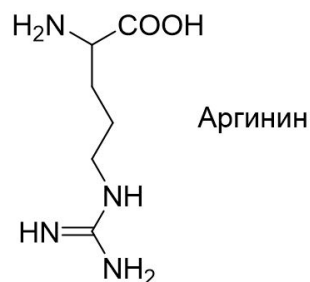
Затем находим массу и количество вещества кислорода в аминокислоте:

$$m(\text{O}) = m(\text{A}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{N})) = 17,4 \text{ г} - (7,2 \text{ г} + 1,4 \text{ г} + 5,6 \text{ г}) = 3,2 \text{ г},$$

$$\nu(\text{O}) = \frac{m}{M(\text{O})} = \frac{3,2 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 0,6 : 1,4 : 0,4 : 0,2.$$

Из условия задачи нам известно, что аминокислота **A** одноосновная, следовательно, в ней содержится минимум 2 атома кислорода и рассчитанная формула принимает вид — $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$.



Из всех известных протеиногенных аминокислот, только в случае аргина в состав входят 4 атома азота.

Аминокислота **A** — аргинин.

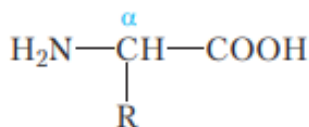
Ответ: аргинин.

Задача II.2.6.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Формула какого вещества представлена ниже? Выберите верный ответ.



1. Формула α -глицеринов в общем виде.
2. Формула α -аминокислот в общем виде.
3. Формула аммиака.
4. Формула α -гликогена.

Ответ: 2.

Четвертая попытка. Задачи 8–9 класса

Задача П.2.7.1. (25 баллов)

Темы: растворы, молярная концентрация.

Условие

Одним из методов нанесения металлических нанопокровтий на украшения является электрохимическое восстановление малоактивных металлов из водных растворов их солей на поверхности этих объектов. При этом происходит вытеснение металла из его соли и осаждение на покрываемой поверхности.

В детали в форме круглого диска диаметром $D = 8$ см просверлили отверстие меньшего диаметра d , затем погрузили ее в стакан, содержащий 100 мл раствор нитрата серебра с концентрацией C_0 М и начали процесс нанесения покрытия при перемешивании раствора соли. Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной x мкм, а концентрация раствора снизилась до $C = 0,003$ М.

Рассчитайте диаметр просверленного отверстия и выразите его в см, округлив до десятых. Толщиной детали и изменением объема раствора пренебречь. Площадь круга равна πR^2 , где R — радиус окружности. Плотность серебра — $10,5$ г/см³.

Решение

Найдем формулу для площади поверхности детали. Ее площадь будет равна удвоенной разнице площадей внешнего и внутреннего кругов: $S = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$, откуда получаем формулу для внутреннего диаметра: $d = \sqrt{D^2 - 4S/\pi}$.

Теперь найдем количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ и выразим через него площадь поверхности. Количество осажденного серебра $n(\text{Ag})$ равно разнице между начальным количеством серебра и конечным в растворе, существующем в форме ионов Ag^+ .

$$\text{Тогда } n(\text{Ag}) = C_0 V(\text{р-ра}) - C V(\text{р-ра}) = V(\text{р-ра})(C_0 - C).$$

Объем выделившегося серебра на поверхности может быть найден по формуле $V(\text{Ag}) = Sx$. Так как $m(\text{Ag}) = n \cdot M(\text{Ag})$, $V(\text{Ag}) = m/\rho$, получаем

$$S = M(\text{Ag})n(\text{Ag})/\rho x = M(\text{Ag})V(\text{р-ра})(C_0 - C)/\rho x.$$

Подставив все в одну формулу для d , получаем

$$d = \sqrt{D^2 - 4M(\text{Ag})(C_0 - C)V(\text{р-ра})/(\pi\rho x)} = \sqrt{64 - 1,31(C_0 - 0,003)/x}.$$

Таким образом, необходимо подставить необходимые величины в формулу с учетом их размерности. Ответ в задании зависит от исходных данных. Типичное итоговое значение — 60 мм. Точность ± 2 мм.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C_0	0,0035	0,006	0,0005
x	0,8	1,3	0,1

Задача II.2.7.2. (20 баллов)

Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

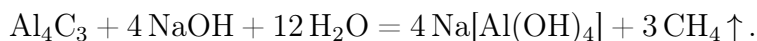
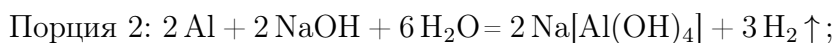
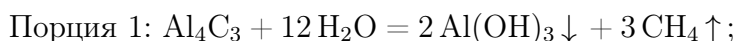
Условие

Измельченную смесь a г алюминия и b г углерода прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, в обоих случаях наблюдалось выделение бесцветного газа. Газы, выделившиеся в результате этих реакций, объединили и высушили. Чему равна плотность полученной смеси по водороду? Ответ округлите до целых.

Решение



То, что во втором случае газ оказался легче первого говорит о том, что алюминий был взят в избытке. В противном случае этого бы не произошло, так как и фосфид алюминия, и сам фосфор при взаимодействии со щелочью образует газ фосфин. В случае избытка алюминия выделяющийся фосфин будет разбавляться выделяющимся водородом.



Найдем количества алюминия и углерода. $n(\text{Al}) = a/M(\text{Al})$, $n(\text{C}) = b/M(\text{C})$. Значения a и b в задании подобраны таким образом, чтобы алюминий находился в избытке (иначе можно было бы дать ответ на поставленный вопрос немедленно, так как смесь газов состояла бы из чистого метана).

Видно, что в обоих случаях выделяется одинаковое количество метана, а во второй порции еще и водород за счет реакции избытка алюминия с раствором щелочи. Найдем их количества.

Обратим внимание на то, что в результате всех химических превращений весь углерод перешел сначала в форму карбида алюминия, а затем в форму метана, таким образом количество вещества метана равно начальному количеству вещества углерода: $n(\text{CH}_4) = n(\text{C}) = b/M(\text{C})$.

Осталось рассчитать количество вещества водорода. Для начала найдем количество алюминия, содержащееся в каждой из порций после прокаливания $n(\text{Al})_{\text{ост}}$.

$$n(\text{Al})_{\text{реак}} = 4/3 \cdot n(\text{C}) = 4b/3M(\text{C}).$$

$$n(\text{Al})_{\text{ост}} = (1/2) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

$$\text{Тогда } n(\text{H}_2) = (3/2) \cdot n(\text{Al})_{\text{ост}} = (3/4) \cdot [a/M(\text{Al}) - 4b/3M(\text{C})].$$

Подставим в формулы $M(\text{C}) = 12$ г/моль, $M(\text{Al}) = 27$ г/моль, чтобы они стали менее громоздкими.

$$\text{Тогда } n(\text{CH}_4) = b/12, \quad n(\text{H}_2) = a/36 - b/12.$$

Найдем среднюю молярную массу газовой смеси.

$$M_{\text{ср}} = \frac{m(\text{общ})}{n(\text{общ})} = \frac{[m(\text{H}_2) + m(\text{CH}_4)]}{[n(\text{H}_2) + n(\text{CH}_4)]} = \frac{[16(b/12) + 2(a/36 - b/12)]}{[a/36]} = 2 + 42(b/a).$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
a	27	54	3
b	8	12	1

Задача II.2.7.3. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в мерной колбе. Имеются растворы нитрата аммония, нитрата калия и гидрофосфата калия. Какова массовая доля кислорода в смеси солей, образующейся при осторожном выпаривании досуха питательного раствора, который содержит X г азота, Y г фосфора и Z г калия? Возможными процессами разложения и гидролиза солей пренебречь.

Решение

Для получения ответа на вопрос необходимо рассчитать массу каждой из солей, которые вносят вклад в формирование раствора. Фосфор вносится только с помощью K_2HPO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

Найдем молярные массы солей: NH_4NO_3 — 80 г/моль, KNO_3 — 101 г/моль, K_2HPO_4 — 174 г/моль.

$$n(\text{P}) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31, \quad n(\text{K}) = Z/39, \quad \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - 2n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = Z/39 - 2 \cdot Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \quad \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)).$$

$$m(\text{солей}) = 80n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 101n(\text{KNO}_3) + 174n(\text{K}_2\text{HPO}_4).$$

$$m(\text{солей}) = 40 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 101 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) + 174 \cdot Y/31 =$$

$$= 20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31.$$

$$m(\text{O}) = 16 \cdot (4n(\text{KH}_2\text{PO}_4) + 3 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) + 3 \cdot n(\text{KNO}_3)) =$$

$$= 64Y/31 + 24 \cdot (X/14 - (Z/39 - 2 \cdot Y/31)) + 48 \cdot (Z/39 - 2 \cdot Y/31) = 16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39.$$

$$\omega(\text{O}) \% = \frac{m(\text{O})}{m(\text{солей})} = \frac{[16Y/31 + 12X/7 + 24Z/39]}{[20X/7 + 61Z/39 + 52Y/31]} \cdot 100.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	280	490	35
Y	31	37,2	6,2
Z	117	195	13

Задача П.2.7.4. (15 баллов)

Темы: нахождение элемента по молярной массе, доля вещества в смеси.

Условие

Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии - многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, органические вещества, отвечающие за образование твердеющей смолы, а также неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем. В некотором композите белого цвета на наполнитель приходится 46% его массы. Определите материал наполнителя, если известно, что он представляет собой фторид некоторого элемента, а масса образца композита, содержащего 0,02 моль этого наполнителя, составляет 10 г. В ответе запишите название элемента в именительном падеже.

Решение

Найдем массу и молярную массу неизвестного фторида AF_n .

$$m(\text{AF}_n) = 10 \cdot 0,46 = 4,6 \text{ г}, M(\text{A}_x\text{O}_y) = 4,6/0,02 = 230 \text{ г/моль}.$$

При $n = 1$ $M(\text{A}) = 230 - 19 = 211$, стабильных элементов с такой массой нет.

$n = 2$ $M(\text{A}) = 230 - 38 = 198$, иридий. Фторид иридия (II) неизвестен, в соединениях со фтором иридий проявляет более высокие степени окисления.

$n = 3$ $M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 3 = 173$, иттербий. YbF_3 белого цвета, может применяться для композитов.

$$n = 4 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 4 = 154, \text{ не соответствует элементу.}$$

$$n = 5 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 5 = 135, \text{ не соответствует элементу.}$$

$$n = 6 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 6 = 116, \text{ индий, не проявляет степени окисления «+6»}.$$

$$n = 7 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 7 = 97, \text{ не соответствует элементу.}$$

$$n = 8 \quad M(\text{A}) = 230 - 19 \cdot 8 = 78, \text{ не соответствует элементу.}$$

Таким образом, единственное подходящее вещество — фторид иттербия (III).

Ответ: иттербий.

Задача П.2.7.5. (2 балла)

Темы: неорганическая химия, коллоидные системы.

Мицелла — это отдельная частица дисперсной фазы коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из кристаллического или аморфного ядра и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные молекулы окружающей жидкости. Пример: реакция сульфата натрия и избытка хлорида бария:



Избыток одного из компонентов действует как стабилизатор коллоидного раствора. Вначале образуется агрегат мицеллы, являющийся мельчайшим кристалликом. На поверхности кристалла BaSO_4 имеются вакантные места, которые занимают ионы Ba^{2+} , вследствие избирательной ионной адсорбции достраивающие кристаллическую решетку. Они придают положительный заряд поверхности ядра, поэтому называются потенциалопределяющими ионами (ПО-ионами).

Ионы Cl^- под действием электростатических сил притягиваются к ядру и нейтрализуют заряд. Противоионы находятся в тепловом движении. Часть противоионов ($n-x$), находящихся в непосредственной близости от ядра, связаны с ним помимо электростатических сил адсорбционными силами.

Другая часть противоионов x , находящаяся вследствие теплового движения и электростатического отталкивания между одноименно заряженными ионами, находится на некотором удалении от ядра, образуя диффузионный слой. Таким образом, вокруг мицеллы существует двойной электрический слой, стабилизирующий мицеллу. Заряды потенциалопределяющих ионов и противоионов полностью скомпенсированы, поэтому мицелла электронейтральна.

Принципы построения формулы мицелл:

- Агрегат мицеллы должен быть нерастворимым соединением.
- Потенциалопределяющими ионами могут быть ионы из дисперсной фазы, изоморфные им или органические ионы с высокой адсорбционной способностью.
- Противоионы образуют с потенциалопределяющим ионом растворимое соединение.
- Мицелла в целом электронейтральна.
- Коэффициенты m , n , $(n-x)$, x являются постоянными для любой мицеллы и численно не определены.

Условие

Мицелла образуется в ходе взаимодействия избытка раствора соединения **A** с раствором соединения **B**. Установите компонент **B** если известно, что:

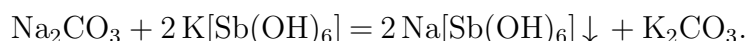
- раствор вещества **B** окрашивает пламя горелки в желтый цвет;
- при взаимодействии раствора вещества **B** с гексагидроксостибатом калия образуется белый осадок;
- в ходе реакции взаимодействия раствора вещества **B** цинкуранилацетатом в присутствии уксусной кислоты наблюдается выпадение осадка желтого цвета;
- при добавлении к раствору вещества **B** хлорида бария наблюдается выпадение белого осадка;
- раствор вещества **B** взаимодействует с соляной кислотой с образованием бесцветного газа.

В качестве ответа введите формулу вещества **B**.

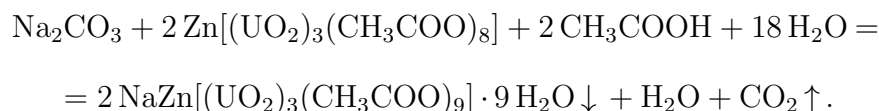
Решение

Основываясь на условиях задачи, можно сделать вывод, что компонентом **B** является Na_2CO_3 , так как:

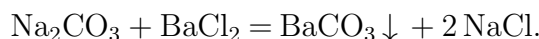
Ионы натрия окрашивают пламя в желтый цвет.



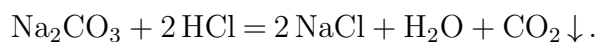
$\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ — белый осадок, плохо растворимый в воде.



$\text{NaZn}[(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ — желтый осадок.



BaCO_3 — белый нерастворимый осадок.



При разложении угольной кислоты происходит образование углекислого газа — CO_2 .

Ответ: Na_2CO_3 .

Задача II.2.7.6. (8 баллов)

Темы: общая и неорганическая химия.

Условие

Химические взаимодействия веществ изучаются человечеством на протяжении многих веков. Выберите верные утверждения, описывающие некоторые свойства химических реакций.

1. Суммарная масса продуктов реакции должна быть равна суммарной массе исходных веществ.
2. Схема реакции показывает только состав исходных веществ и продуктов реакции, но не может полностью отражать сущность реакции.
3. Сущность химической реакции с позиции атомно-молекулярной теории заключается в том, что продукты реакции образуются из тех же атомов, которые входили в состав исходных веществ.
4. Уравнение реакции учитывает, что число атомов каждого химического элемента в реакции не меняется.
5. Уравнение реакции показывает только состав исходных веществ и продуктов реакции, но не может полностью отражать сущность реакции.
6. Схема реакции учитывает, что число атомов каждого химического элемента в реакции не меняется.

Ответ: 1, 2, 3, 4.

Четвертая попытка. Задачи 10–11 класса

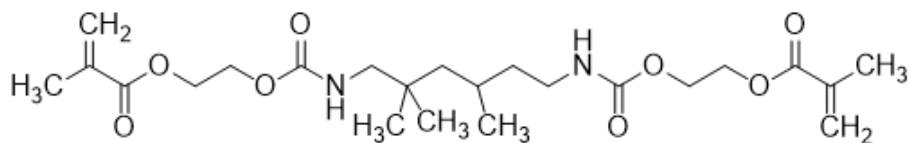
Задача П.2.8.1. (15 баллов)

Темы: установление формулы органического вещества по продуктам сгорания.

Условие

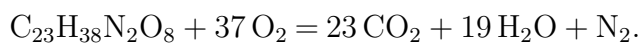
Композиты для отверждаемых пломб в стоматологии — многокомпонентная смесь, включающая, главным образом, неорганический микро- или наноразмерный наполнитель, который обеспечивает сопротивляемость усадке пломбы со временем, а также органический мономер, который при активации катализатором или с помощью ультрафиолета полимеризуется и превращается в смолу.

Одним из таких мономеров является UDMA — соединение с формулой, представленной на изображении. Какой суммарный объем будут занимать газы, выделившиеся при полном сгорании 4,7 г этого мономера после приведения их к нормальным условиям? Ответ введите в мл с точностью до целых.



Решение

Молекулярная формула представленного на изображении вещества — $C_{23}H_{38}N_2O_8$.
Запишем уравнение реакции его горения:



$$M(C_{23}H_{38}N_2O_8) = 470 \text{ г/моль}, \quad n(C_{23}H_{38}N_2O_8) = 4,7/470 = 0,01 \text{ г/моль},$$

$$n(\text{газов}) = 0,24 \text{ моль}.$$

$$V(\text{газов}) = 0,24 \cdot 22,4 \cdot 1000 = 5376 \text{ мл}.$$

Ответ: 5376 ± 8 .

Задача II.2.8.2. (20 баллов)

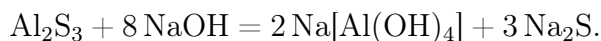
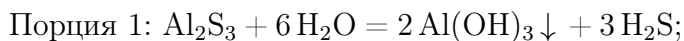
Темы: смеси веществ, расчеты по уравнениям реакций с избытком реагентов.

Условие

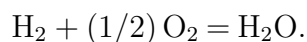
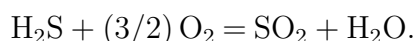
Измельченную смесь алюминия и серы прокалили без доступа влаги и воздуха, после чего смесь остудили до комнатной температуры и разделили на две равные части. К первой части прилили избыток воды, а к второй — избыток раствора гидроксида натрия, при этом в обоих случаях выделялись бесцветные газы. Выделившиеся газы собрали и совместно сожгли, в результате чего образовалось X г воды и Y г сернистого газа. Какова масса алюминия в исходной смеси? Ответ выразите в г и округлите до целых.

Решение

Факт выделения газа при добавлении раствора гидроксида натрия означает, что алюминий в смеси находился в избытке, поскольку в противном случае этого бы не произошло (сера и сульфид алюминия реагируют со щелочью без выделения газообразных продуктов). Таким образом, в смеси после прокаливания находились сульфид алюминия и избыток самого алюминия.



Уравнения горения газов:



Найдем количества выделившихся газов — водорода и сероводорода.

Пусть $n(H_2) = x$, $n(H_2S) = y$. Тогда $Y = 64y$, $X = 18x + 18y$.

Откуда $x = X/18 - Y/64$, $y = Y/64$.

Заметим, что вся сера, содержавшаяся в начальной смеси, перешла сначала в сульфид алюминия, а затем и в сероводород, поэтому $n(S) = n(H_2S) = Y/64$.

В водород перешла половина алюминия, оставшегося в избытке после прокаливания, причем из каждых 2 молей алюминия образовывалось 3 моля водорода согласно уравнению реакции. Поэтому $n_{\text{изб}}(\text{Al}) = 2 \cdot (2/3) \cdot n(\text{H}_2) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/64)$.

Количество прореагировавшего по реакции $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$ алюминия составляет $2/3$ от количества серы или $n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (2/3) \cdot (Y/64) = Y/96$.

Общее количество алюминия в смеси:

$$n(\text{Al}) = n_{\text{изб}}(\text{Al}) + n_{\text{реак}}(\text{Al}) = (4/3) \cdot (X/18 - Y/64) + Y/96 = 2X/27 - Y/144.$$

Общая масса алюминия — $m(\text{Al}) = n(\text{Al})M(\text{Al}) = 2X - 27Y/144$.

Итоговый ответ зависит от исходных значений X и Y .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	9	36	9
Y	2	12	2

Задача II.2.8.3. (25 баллов)

Темы: растворы, электролиз.

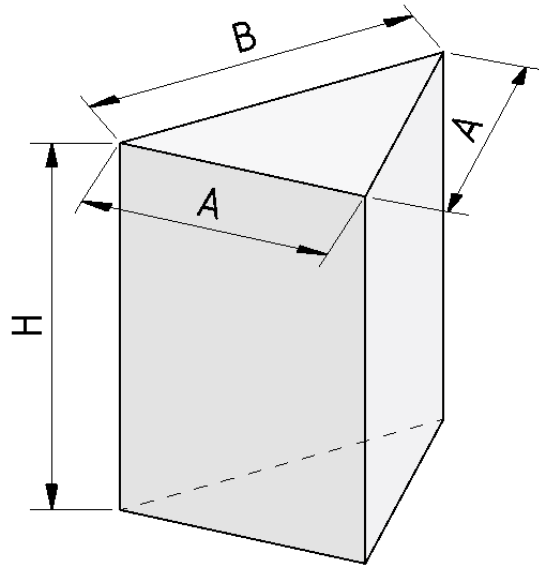
Условие

Одним из методов нанесения защитных покрытий на изделия из алюминия является их анодирование, заключающееся в том, что изделие подключается в электрохимическую цепь в качестве анода, в результате чего происходит частичное растворение металла и его покрытие тонким слоем инертного оксида.

Деталь в форме призмы с основанием в виде равнобедренного треугольника с основанием $B = 6$ см и боковыми сторонами, равными $A = 5$ см и высотой H (см. рис.), погрузили в стакан, содержащий раствор серной кислоты и начали процесс нанесения покрытия, подключив к источнику постоянного тока силой 5 А.

Через некоторое время на поверхности детали образовалось покрытие толщиной d . В течении какого времени велось анодирование, если принять плотность образовавшегося покрытия равной $\rho = 4$ г/мл, а выделявшийся на электродах кислород не улетучивался и не участвовал в сторонних химических процессах? Ответ выразите в мин и округлите до целых.

Количество выделившегося в ходе электролиза вещества пропорционально заряду, пропущенного через раствор и может быть найдена по закону Фарадея: $n = It/(zF)$, где I — сила тока в А, t — время в с, z — количество участвующих в процессе электронов, а F — постоянная Фарадея, равная 96500 Кл/моль. Толщиной растворившегося слоя алюминия пренебречь.



Решение

Найдем площадь поверхности детали:

$$S = 2S(\text{оснований}) + SA(\text{боковая}) + 2SB(\text{боковая}) = 2B\sqrt{a^2 - b^2/4} + (2A + B)H.$$

$$V = Sd, m = M(\text{Al}_2\text{O}_3)n = \rho V = \rho Sd, \text{ значит } n = \rho d(2B\sqrt{a^2 - b^2/4} + (2A + B)H)/M(\text{Al}_2\text{O}_3).$$

Кислород генерируется на алюминиевом аноде в ходе полуреакции окисления:

$2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$, таким образом, на 1 моль образующегося кислорода тратится 4 электрона, $z = 4$.

$$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3, n = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/3 \cdot n(\text{O}_2) = 2It/(3ZF) = It/6F, \text{ откуда}$$

$$t = 6\rho d(2B\sqrt{A^2 - B^2/4} + (2A + B)H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)I].$$

Подставим постоянные величины: $\rho = 4$ г/мл, $I = 5$ А, $F = 96500$ Кл/моль, $A = 5$ см, $B = 6$ см, $M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102$ г/моль.

$$t \text{ с} = 6\rho d(2B\sqrt{A^2 - B^2/4} + (2A + B)H)F/[M(\text{Al}_2\text{O}_3)I] = 72658d(3 + 2H).$$

Если d подставлять в нм, то $t \text{ мин} = 0,1211d(3 + 2H)$.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
H см	1	6	1
d мкм	10	70	10

Задача II.2.8.4. (20 баллов)

Темы: растворы, содержание элемента в смеси.

Условие

Для приготовления смесей-концентратов для питательного раствора в гидропонной установке нередко используют стандартные растворы, которые смешиваются между собой в определенных пропорциях и доводятся до метки в литровой мерной колбе. Имеются 0,1 М растворы нитрата калия и дигидрофосфата калия, требуется приготовить стандартный раствор нитрата аммония.

Какую минимальную молярную концентрацию может иметь этот раствор, чтобы приготовление конечной смеси-концентрата, который содержал бы X г азота, Y г фосфора и Z г калия по схеме, описанной выше, было возможным? Отклонением плотности растворов от 1 г/мл пренебречь. Ответ выразите в моль/л и округлите до тысячных.

Решение

Фосфор вносится только с помощью KH_2PO_4 , а калий и азот — сразу с помощью двух солей.

$$n(\text{P}) = Y/31, n(\text{K}) = Z/39, \text{отсюда}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{K}) - n(\text{P}) = Z/39 - Y/31.$$

$$n(\text{N}) = n(\text{KNO}_3) + 2n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = X/14, \text{откуда}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (1/2) \cdot (X/14 - (Z/39 - Y/31)).$$

Для того, чтобы итоговый раствор можно было приготовить по указанной методике, нужно, чтобы суммарный объем растворов не превышал 1 л. При минимальной концентрации NH_4NO_3 сумма трех объемов, вносимых в мерную колбу, будет равна ровно 1 л.

Рассчитаем объемы каждого раствора:

$$V(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n(\text{KH}_2\text{PO}_4)/C(\text{KH}_2\text{PO}_4) = Y/31/0,1 = 10Y/31.$$

$$V(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3)/C(\text{KNO}_3) = (Z/39 - Y/31)/0,1 = 10Z/39 - 10Y/31.$$

$$V(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3)/C(\text{NH}_4\text{NO}_3) = (X/14 - (Z/39 - Y/31))/2C.$$

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
X	70 мг = 0,07 г	350 мг = 0,35 г	70 мг = 0,07 г
Y	31 мг = 0,031 г	31 мг = 0,0372 г	6,2 мг = 0,0062 г
Z	78 мг = 0,117 г	273 мг = 0,273 г	39 мг = 0,039 г

Задача П.2.8.5. Доставка прямо в точку (12 баллов)

Темы: органическая химия, системы доставки.

Липосомы — это микроскопические сферы, стенки которых устроены так же, как клеточная мембрана. Впервые их получили еще в 1960-х годах, в 1970-х ученые предложили использовать липосомы для доставки лекарств, а сейчас лекарства в липосомах применяются для лечения целого ряда болезней от гриппа до различных видов злокачественных новообразований.

Липосомы могут осуществлять адресную доставку веществ туда, где они нужны. Понятие «адресная доставка» сопровождает практически любой рассказ о перспективах развития фармакологии, и это не случайно — при химиотерапии рака, например, только адресной доставкой можно уменьшить тяжесть побочных эффектов от достаточно токсичных препаратов.



Рис. П.2.4. Липосома и строение липоконъюгата

Основными структурными компонентами липосом являются липоконъюгаты, в состав которых входят:

- гидрофобный домен (углеводородные цепи);
- спейсерная группа (аминокислоты, глицерин, полиэтиленгликоли);
- адресный лиганд (антитела, углеводы и небольшие пептиды).

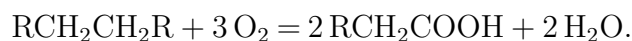
Особенный интерес представляют именно адресные лиганды, так как они отвечают за направленную доставку содержимого липосомы. Одним из таких лигандов является пептид **АВС**, состоящий из трех последовательно связанных между собой протеиногенных аминокислот.

Условие

При каталитическом окислении 44,8 л (н. у.) неразветвленного симметричного алкана образуется карбоновая кислота, которая при последовательной обработке желтовато-зеленым газом в присутствии красного фосфора и избытком аммиака дает 300 г аминокислоты **В**. В качестве ответа запишите тривиальное название аминокислоты **В**. Ответ введите одним словом на русском языке в именительном падеже. Например, лизин.

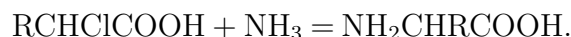
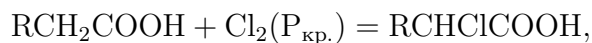
Решение

Каталитическое окисление алканов является распространенным способом получения карбоновых кислот. В условии задачи алкан неразветвленный и симметричный:



Последующее воздействие на полученную карбоновую кислоту желтовато-зеленым газом (хлором) в присутствии красного фосфора приводит к образованию продукта галогенирования α -метиленовой группы кислоты, который в ходе взаимодействия с

аммиаком дает желаемую аминокислоту:



Согласно уравнениям реакции, можно рассчитать количество вещества образовавшейся карбоновой кислоты:

$$\nu(\text{алкан}) = \frac{V(\text{алкан})}{V_m} = \frac{44,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 2 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{карб. к-та}) = \nu(\text{алкан}) \cdot 2 = 2 \text{ моль} \cdot 2 = 4 \text{ моль}.$$

Опираясь на значения, стехиометрических коэффициентов последующих реакций можно сделать вывод о том, что количество вещества аминокислоты **В** соответствует количеству вещества карбоновой кислоты:

$$\nu(B) = \nu(\text{карб. к-та}) = 4 \text{ моль}.$$

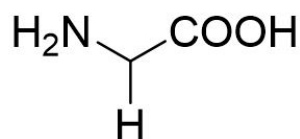
Из условия задачи известно, что в ходе синтеза получается 300 г аминокислоты **В**, следовательно, можно рассчитать ее молекулярную массу:

$$M(B) = \frac{m(B)}{n(B)} = \frac{300 \text{ г}}{4 \text{ моль}} = 75 \text{ г/моль}.$$

Молекулярная масса аминокислоты складывается из молекулярной массы ее основной части (74 г/моль) и молекулярной массы бокового радикала:

$$M(R) = M(B) - M(\text{осн.}) = 75 \text{ г/моль} - 74 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль},$$

$$R = H.$$



Глицин

Аминокислота **В** — глицин.

Ответ: глицин.

Задача II.2.8.6. (8 баллов)

Темы: органическая химия.

Условие

Органические соединения, в состав которых входит одна или несколько гидроксильных групп, непосредственно связанных с насыщенным атомом углерода называют спиртами. Выберите верное утверждение, характерное для данных соединений.

1. Метанол и этанол смешиваются с водой в различных пропорциях.
2. Многие спирты можно обнаружить в природных объектах.
3. С увеличением числа атомов углерода в молекуле спирта растворимость в воде снижается.
4. С увеличением числа атомов углерода в молекуле спирта растворимость в воде повышается.
5. Метанол, этанол и изомерные пропанолаы смешиваются с водой в пропорциях только до 40% по массе.
6. Спирты являются продуктами химической промышленности и их наличие в биологических и природных объектах исключено.

Ответ: 1, 2, 3.

Инженерный тур

Задачи по компетенциям «Основы нутрициологии и физиологии питания»

Задача П.3.1.1. (3 балла)

Темы: физиология питания, пищевые вещества, алиментарные заболевания.

Условие

Установите соответствие между избытком в питании пищевых веществ по группам и его влиянием на развитие болезней человека.

1. Пищевые волокна	А. Остеопороз
2. Белок, витамин В6	Б. Неврологические нарушения
3. Натрий, жир	В. Гипертензия
4. Насыщенные жирные кислоты, сахар	Г. Анемия
5. Цинк, сахар, алкоголь	Д. Сахарный диабет (2-го типа)
6. Фосфор	Е. Нарушение пищеварения

Ответ: 1 — Е, 2 — Б, 3 — В, 4 — Д, 5 — Г, 6 — А.

Задача П.3.1.2. (7 баллов)

Темы: физиология питания, пищевые вещества, алиментарные заболевания.

Условие

Установите соответствие между недостатком в питании пищевых веществ по группам и его влиянием на развитие болезней человека.

1. Фолаты, витамин К, калий	А. Остеопороз
2. Витамин А, витамин С, витамин D, фтор	Б. Гипертония
3. Витамин Е, витамин В1, витамин В3	В. Неврологические нарушения
4. Витамин D, цинк, марганец, медь, фосфор	Г. Сердечно-сосудистые заболевания
5. Фосфор, пиридоксин, цианокобаламин, железо, цинк	Д. Нарушение липидного обмена
6. Магний, витамин D	Е. Снижение устойчивости к инфекциям
7. Марганец, хром	Ж. Анемия

Ответ: 1 — Г, 2 — Е, 3 — В, 4 — А, 5 — Ж, 6 — Б, 7 — Д.

Задача П.3.1.3. (6 баллов)

Темы: энергетическая ценность продукта, расчет.

Условие

Определите энергетическую ценность (в ккал) кулинарного изделия, если в его состав входит 85 г йогурта, 10 г обжаренного арахиса, 5 г мёда. Кулинарное изделие подвергается тепловой обработке, при этом потери пищевых веществ составляют: белки 6%, жиры 12%, углеводы 9%. Пищевая ценность ингредиентов представлена в таблице.

Наименование ингредиента	Содержание пищевых веществ, в граммах на 100 грамм ингредиента		
	Белки	Жиры	Углеводы
Йогурт	5,7	3,0	7,8
Арахис обжаренный	25,6	46,0	12,5
Мёд	0,4	0,0	76,4

Полученное значение энергетической ценности округлите до целых значений. В ответе укажите число без указания единицы измерения.

Решение

Пищевая ценность йогурта в рецептуре (85 г):

Белки — $5,7 \cdot 85/100 = 4,845$ г.

Жиры — $3,0 \cdot 85/100 = 2,55$ г.

Углеводы — $7,8 \cdot 85/100 = 6,63$ г.

Пищевая ценность арахиса обжаренного в рецептуре (10 г):

Белки — $25,6 \cdot 10/100 = 2,56$ г.

Жиры — $46,0 \cdot 10/100 = 4,6$ г.

Углеводы — $12,5 \cdot 10/100 = 1,25$ г.

Пищевая меда в рецептуре (5 г):

Белки — $0,4 \cdot 5/100 = 0,02$ г.

Жиры — $0,0 \cdot 5/100 = 0,0$ г.

Углеводы — $76,1 \cdot 5/100 = 3,805$ г.

Пищевая ценность кулинарного изделия до кулинарной обработки:

Белки — $4,845 + 2,56 + 0,02 = 7,425$ г.

Жиры — $2,55 + 4,6 + 0 = 7,15$ г.

Углеводы — $6,63 + 1,25 + 3,805 = 11,685$ г.

Потери пищевых веществ при тепловой обработке:

Белки — $7,425 \cdot 0,06 = 0,4455$ г.

Жиры — $7,15 \cdot 0,12 = 0,858$ г.

Углеводы — $11,685 \cdot 0,09 = 1,052$ г.

Пищевая ценность готового кулинарного изделия:

Белки — $7,425 - 0,4455 = 6,9795$ г.

Жиры — $7,15 - 0,858 = 6,292$ г.

Углеводы — $11,685 - 1,052 = 10,633$ г.

Энергетическая ценность кулинарного изделия (в килокалориях) определяется по формуле: $\text{ЭЦ} = \text{Б} \cdot 4 + \text{Ж} \cdot 9 + \text{У} \cdot 4$.

Энергетическая ценность составит:

$\text{ЭЦ} = 6,9795 \cdot 4 + 6,292 \cdot 9 + 10,633 \cdot 4 = 27,918 + 56,628 + 42,532 = 127,078$ ккал (после округления $\text{ЭЦ} = 127$).

Ответ: 127 ± 1 .

Задача II.3.1.4. (3 балла)

Темы: аминокислотный состав продукта, лимитирующая аминокислота.

Условие

Из представленного списка аминокислот и их массовых долей в составе белка пищевого продукта укажите ту аминокислоту, которая является первой лимитирующей для пищевого продукта с таким аминокислотным составом. Для выполнения задания используйте следующие рекомендации ФАО/ВОЗ по содержанию аминокислот в белке: лейцин 7%, изолейцин 4%, лизин 5,5%, метионин + цистин 3,5%, фенилаланин + тирозин 6%, треонин 4%, триптофан 1%, валин 5%.

1. Треонин 3,0%.
2. Валин 5,9%.
3. Лейцин 4,8%.
4. Изолейцин 3,3%.
5. Лизин 4,6%.
6. Триптофан 0,87%.
7. Метионин + цистин 2,7%.
8. Фенилаланин + тирозин 4,2%.

Решение

Для решения задачи необходимо провести расчет аминокислотного сора по каждой аминокислоте. Аминокислотный скор рассчитывается по формуле:

$$\text{АС} = \text{АК}_{\text{пр}} / \text{АК}_{\text{ст}} \cdot 100,$$

где АС — аминокислотный скор, %;

$\text{АК}_{\text{пр}}$ — содержание незаменимой аминокислоты в г на 100 г белка;

$\text{АК}_{\text{ст}}$ — содержание той же аминокислоты в г на 100 г белка по шкале ФАО/ВОЗ.

$$A_{\text{Стреонин}} = 3,0/4 \cdot 100 = 75,0.$$

$$A_{\text{Свалин}} = 84,75.$$

$$A_{\text{Слейцин}} = 68,58.$$

$$A_{\text{Сизо}} = 82,5.$$

$$A_{\text{Слизин}} = 83,63.$$

$$A_{\text{Стрин}} = 87,0.$$

$$A_{\text{Смет}} = 77,14.$$

$$A_{\text{Сфен}} = 70,0.$$

Аминокислота, скор которой имеет самое низкое значение, называется первой лимитирующей аминокислотой. Эта аминокислота будет определять степень использования данного белка в организме человека.

Ответ: 3.

Задача II.3.1.5. (6 баллов)

Темы: индекс массы тела, пищевой статус.

Условие

Установите по индексу массы тела в соответствии с антропометрическими данными питающихся их пищевой статус.

1. Иванов Сергей Петрович, рост 176 см, вес 89 кг	А. Дефицит массы тела
2. Сидорова Евгения Ивановна, рост 152 см, вес 56 кг	Б. Нормальная масса тела
3. Володин Евгений Сергеевич, рост 186 см, вес 92 кг	В. Избыточная масса тела
4. Ромашина Алина Викторовна, рост 168 см, вес 62 кг	Г. Ожирение первой степени
5. Волкова Мария Михайловна, рост 160 см, вес 81 кг	Д. Ожирение второй степени
6. Угрюмов Максим Геннадьевич, рост 165 см, вес 98 кг	Е. Ожирение третьей степени

Решение

Индекс массы тела измеряется в кг/м² и рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{m}{h^2} \text{ ИМТ} = \frac{m}{h^2},$$

где m — масса тела в килограммах, h — рост в метрах.

Расчетные значения ИМТ для питающихся представлены в таблице.

№ п/п	ФИО	ИМТ, кг/м ²
1	Иванов С. П.	28,73
2	Сидорова Е. И.	24,24
3	Володин Е. С.	26,59
4	Ромашина А. В.	21,97
5	Волкова М. М.	31,64
6	Угрюмов М. Г.	36,00

Пищевой статус на основе значения ИМТ устанавливается по МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», представленным в материалах образовательного курса.

Ответ: 1 — В, 2 — Б, 3 — В, 4 — Б, 5 — Г, 6 — Д.

Задачи по компетенциям «Рецептуры и технологии производства продукта»

Задача П.3.2.1. (1 балл)

Темы: колбасные изделия, классификация.

В зависимости от сырья и технологической обработки колбасные изделия можно разделить на следующие виды: вареные колбасы, фаршированные колбасы, сосиски и сардельки, полукопченые колбасы, сырокопченые колбасы, варено-копченые колбасы, ливерные колбасы, кровяные колбасы, мясные хлеба, паштеты, зельцы, студни, диетические колбасные изделия, конские колбасы, копчености.

Условие

На какие группы подразделяют колбасные изделия?

1. Мясные и мясосодержащие.
2. Мясные и мясорастительные.
3. Мясные, мясосодержащие и мясорастительные.

Ответ: 1.

Задача П.3.2.2. (2 балла)

Темы: пищевые добавки, назначение.

Пищевые добавки — это синтетические химические или натуральные вещества, которые самостоятельно не употребляются в пищу, а только вводятся в продукты, чтобы придать определенные качества, например, вкус, консистенцию, цвет, запах, продолжительность хранения и внешний вид.

Условие

Укажите пищевую добавку, предназначенную для использования в мясной промышленности как консервант и фиксатор окраски пищевых продуктов.

1. Ацетат натрия.
2. Нитрат натрия.
3. Нитрит натрия.
4. Глутамат натрия.

Ответ: 3.

Задача II.3.2.3. (2 балла)

Темы: посол мяса, режимы.

Посол мяса осуществляют для достижения необходимых потребительских и технологических свойств готового продукта (вкуса, аромата, цвета, консистенции), а также для его предохранения от микробиологической порчи.

Условие

Выдержка посоленного мяса для производства колбасных изделий проводится при температуре (°С).

1. 10–12.
2. 2–4.
3. 6–8.
4. 8–10.

Ответ: 2.

Задача II.3.2.4. (3 балла)

Темы: пищевые добавки, применение.

Среди веществ, определяющих внешний вид пищевых продуктов, важное место принадлежит пищевым красителям. Потребители давно привыкли к определенному цвету пищевых продуктов, связывая с ним его качество. Для придания пищевым продуктам характерной для них окраски используют природные (натуральные) и синтетические (органические и неорганические) красители.

Условие

Отметьте пищевой краситель, не разрешенный в РФ для применения при производстве колбасных изделий.

1. Кармин.
2. Эритрозин.
3. Ферментированный рис.
4. Красный очаровательный.

Ответ: 2.

Задача II.3.2.5. (4 балла)

Темы: колбасные изделия, технологические операции, режимы.

Условие

Установите соответствие между технологическими операциями при производстве колбасных изделий и режимами их проведения (°С).

1. Варка колбасных изделий	А. 35–50 °С
2. Копчение колбасных изделий	Б. 10–12 °С
3. Обжарка батонов	В. 75–85 °С
4. Сушка колбасных изделий	Г. 90–100°С

Ответ: 1 – В, 2 – А, 3 – Г, 4 – Б.

Задача II.3.2.6. (5 баллов)

Темы: колбасные изделия, технологические операции.

Условие

Расставьте технологические операции в порядке их проведения при производстве полукопченых колбас.

1. Приготовление фарша.
2. Сушка батонов (батончиков).
3. Наполнение оболочек фаршем, вязка батонов (батончиков).
4. Копчение батонов (батончиков).
5. Варка батонов (батончиков).
6. Обжарка батонов (батончиков).
7. Обвалка мясных туш (полутуш).
8. Осадка батонов (батончиков).
9. Разделка туш.
10. Измельчение мяса.
11. Посол мяса и выдержка в посоле.
12. Жировка мяса.

Ответ: 9, 7, 12, 10, 11, 1, 3, 8, 6, 5, 4, 2.

Задача II.3.2.7. (1 балл)

Темы: вторичное молочное сырье, применение.

Основным сырьем для производства молочных продуктов является молоко. Белково-углеводное сырье и сливки, оставшиеся от производства основного ассортимента, являются ценным вторичным сырьем для выработки молочной продукции, в том числе ценных диетических продуктов и масла коровьего.

Условие

Укажите вторичное молочное сырье, используемое как основа для производства молочной продукции.

1. Лактоза.
2. Пахта.
3. Сухая сыворотка.
4. Казеин.

Ответ: 2.

Задача II.3.2.8. (3 балла)

Темы: первичная обработка молока, технологические операции.

Первичная обработка молока — это комплекс технологических операций, применяемых в целях сохранения натуральных свойств свеженадоенного молока.

Условие

Расставьте технологические операции при первичной обработке молока в порядке их проведения.

1. Транспортирование.
2. Охлаждение.
3. Очистка.
4. Хранение.

Ответ: 3, 2, 4, 1.

Задача II.3.2.9. (4 балла)

Темы: производство молочных продуктов, тепловая обработка, режимы.

Тепловая обработка молока является обязательной технологической операцией при производстве молочных изделий для получения готового продукта, безопасного для потребителя в санитарно-гигиеническом отношении.

Условие

Установите соответствие между технологическими операциями и режимами их проведения.

1. Пастеризация	А. $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$, выдержка 30 с
2. Стерилизация	Б. 135–150 $^\circ\text{C}$, выдержка несколько с
3. Термизация	В. Выше $(65 \pm 2) ^\circ\text{C}$, выдержка от 2 с до 30 мин
4. Ультравысокотемпературная обработка	Г. 110–120 $^\circ\text{C}$ с выдержкой 15–30 мин

Ответ: 1 – В, 2 – Г, 3 – А, 4 – Б.

Задачи по компетенциям «Технологическое оборудование, назначение и устройство»

Задача П.3.3.1. (2 балла)

Темы: оборудование мясной отрасли, назначение.

Условие

С какой целью применяют волчки в мясоперерабатывающей промышленности?

1. Для отделения мяса от кости.
2. Для маринования мяса.
3. Для наполнения колбасных оболочек фаршем.
4. Для измельчения мяса.

Ответ: 4.

Задача П.3.3.2. (2 балла)

Темы: оборудование мясной отрасли, рабочие органы.

Условие

Как называются основные рабочие органы волчков, применяемых при производстве мясных продуктов?

1. Клапан и седло.
2. Пропеллерная мешалка.
3. Режущая пара — нож и решетка.
4. Конические тарелки.

Ответ: 3.

Задача П.3.3.3. (2 балла)

Темы: оборудование мясной отрасли, назначение.

Условие

С какой целью в мясоперерабатывающей промышленности применяют такое технологическое оборудование как шприц?

1. Для отделения мяса от кости.
2. Для маринования мяса.
3. Для наполнения колбасных оболочек фаршем.
4. Для измельчения мяса.

Ответ: 3.

Задача II.3.3.4. (3 балла)

Темы: оборудование для измельчения, рабочие органы.

Условие

Степень измельчения мяса на волчках определяется:

1. видом мясного сырья;
2. размерами отверстий в решетке;
3. толщиной решетки;
4. температурой мясного сырья.

Ответ: 2.

Задача II.3.3.5. (2 балла)

Темы: гомогенизаторы, принцип действия.

Условие

За счет чего происходит дробление жировых шариков молока в гомогенизаторах?

1. В результате действия центробежной силы.
2. В результате прохождения молока с высокой скоростью через щелевидный кольцевой зазор.
3. В результате действия низкой температуры.
4. В результате действия ультрафиолетового излучения.

Ответ: 2.

Задача II.3.3.6. (2 балла)

Темы: оборудование для мясной отрасли, рабочие органы.

Условие

Рабочим органом куттеров является:

-
1. пропеллерная мешалка;
 2. распылительный диск;
 3. серповидные ножи;
 4. нагревательные элементы.

Ответ: 3.

Задача П.3.3.7. (2 балла)

Темы: оборудование для молочной отрасли, рабочие органы.

Условие

Как называются рабочие органы гомогенизатора для молока?

1. Клапан и седло.
2. Нож и решетка.
3. Шнек и решетка.
4. Вал и лопасть.

Ответ: 1.

Задача П.3.3.8. (3 балла)

Темы: сепараторы для молока, принцип действия.

Условие

В каком направлении поле центробежных сил молочного сепаратора заставляет двигаться жировые шарики молока?

1. В направлении от оси вращения.
2. В направлении к оси вращения.
3. Центробежные силы не влияют на движение жировых шариков.

Ответ: 2.

Задача П.3.3.9. (2 балла)

Темы: оборудование для мясной отрасли, рабочие органы.

Условие

Как называются рабочие органы сепаратора для получения сливок из молока?

1. Чашки.
2. Тарелки.
3. Вилки.
4. Лопасты.

Ответ: 2.

Задача П.3.3.10. (2 балла)

Темы: оборудование для молочной отрасли, назначение.

Условие

С какой целью применяют гомогенизаторы при производстве молочных продуктов?

1. Уничтожение патогенной микрофлоры в молоке.
2. Нагревание молока.
3. Дробление жировых шариков.
4. Скваживание молока.

Ответ: 3.

Задача П.3.3.11. (3 балла)

Темы: пластинчатый теплообменник, конструкция.

Условие

С какой целью поверхность теплообменных пластин пластинчатого теплообменника выполняется гофрированной?

1. Для снижения веса пластин.
2. Для снижения температуры пастеризации молока.
3. Для интенсификации теплопередачи.
4. Для снижения вязкости молока.

Ответ: 3.

Задачи по компетенциям «Показатели качества и идентификация продукта»

Задача П.3.4.1. (3 балла)

Темы: контроль качества, виды контроля.

Контроль качества — это проверка соответствия продукции или процесса, от которого зависит ее качество, установленным требованиям:

- На стадии разработки продукции контроль заключается в проверке соответствия опытного образца техническому заданию, технической документации.
- На стадии изготовления он охватывает качество, комплектность, упаковку, маркировку, состояние производственных процессов.

-
- На стадии эксплуатации контроль качества состоит в проверке соблюдения требований эксплуатационной документации.

Условие

По полноте охвата контролируемой продукции виды контроля подразделяются на: (*выберите верные виды контроля*)

1. сплошной;
2. выборочный;
3. органолептический;
4. измерительный;
5. автоматизированная система контроля.

Ответ: 1, 2.

Задача II.3.4.2. (2 балла)

Темы: контроль качества, характеристики пищевых продуктов.

Качество — одна из основополагающих характеристик товара, которая оказывает решающее влияние на покупательский спрос и его конкурентоспособность.

Качество — совокупность свойств товара, обуславливающих его способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением. Одним из основных свойств продукта является его пищевая ценность.

Условие

Дайте определение пищевой ценности.

Пищевая ценность — это:

1. цена пищевого продукта;
2. количество энергии (в килокалориях), высвобождаемой в организме человека из потребляемых им пищевых продуктов;
3. основная характеристика пищевого продукта, которая включает совокупность свойств продукции, обуславливающих удовлетворение физиологических потребностей человека в энергии и основных пищевых веществах;
4. способность продуктов питания оказывать влияние на нервную, сердечно-сосудистую, пищеварительную и другие системы организма человека;
5. пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Ответ: 3.

Задача II.3.4.3. (3 балла)

Темы: контроль качества, характеристики пищевых продуктов.

Условие

Способность продуктов питания оказывать влияние на нервную, сердечно-сосудистую, пищеварительную и другие системы человека характеризует:

1. энергетическую ценность;
2. биологическую ценность;
3. физиологическую ценность;
4. пищевую ценность.

Ответ: 3.

Задача II.3.4.4. (2 балла)

Темы: управление качеством, теории и концепции.

Условие

Арманд Вэллин Фейгенбаум (1922–2014) — американский специалист в сфере контроля качества, бизнесмен, один из основателей Международной академии качества.

А. Фейгенбаум считал, если качество не заложено с самого начала в проект, его нельзя обеспечить за счет технического контроля в процессе производства и приемочного контроля готовой продукции. Совокупное качество можно обеспечить, если оно будет охватывать весь цикл создания продукции.

Какой вклад внес Арманд Фейгенбаум в практику управления качеством?

1. Автор теории комплексного управления качеством TQC (Total Quality Control). TQC положила начало новой культуры управления организациями, основу которого составляет лидирующая роль качества.
2. Автор 14 принципов совершенствования качества («абсолютов», системы «нулевых дефектов»).
3. Автор пространственной вневременной модели «Спираль качества», а также концепции ежегодного совершенствования качества AQI (Annual Quality Improvement).
4. Автор теории глубинных знаний.

Ответ: 1.

Задача II.3.4.5. (2 балла)

Темы: управление качеством, теории и концепции.

Инжиниринг качества — совокупность конкретных «инструментов качества», используемых для реализации менеджмента качества.

Условие

Кто является автором концепции «инжиниринга качества»?

1. Джозеф Джуран.

-
2. Каору Исикава.
 3. Э. Деминг.
 4. Генити Тагути.
 5. А. Фейгенбаум.

Ответ: 4.

Задача II.3.4.6. (3 балла)

Темы: оценка качества, методы.

Уровень качества продукции — это относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

Оценка уровня качества продукции представляет собой совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми значениями соответствующих показателей.

Условие

Метод оценки уровня качества, основанный на сопоставлении значений единичных показателей качества оцениваемой продукции с соответствующими значениями единичных показателей базовых образцов называется:

1. смешанный метод;
2. комплексный метод;
3. дифференциальный метод;
4. выборочный метод.

Ответ: 3.

Задача II.3.4.7. (3 балла)

Темы: технические регламенты, объекты.

Условие

Укажите объекты технического регламента ТР ТС 021/2011:

1. канцелярские товары;
2. методы идентификации пищевых продуктов;
3. правила разработки национальных стандартов на основе международных стандартов;
4. правила и формы оценки соответствия продукции из мяса и мясных продуктов;
5. системы менеджмента качества. Основные положения и словарь;
6. электротовары.

Ответ: 2, 4.

Задача II.3.4.8. (2 балла)

Темы: фальсификация, термины и определения.

Условие

Укажите верное определение «фальсификации»:

1. действия, направленные на обман получателя и/или потребителя путем подделки объекта купли-продажи с корыстной целью;
2. действия, направленные на обман получателя и/или потребителя путем подделки объекта купли-продажи с бескорыстной целью;
3. действия, направленные на обман получателя и/или потребителя путем подделки объекта купли-продажи.

Ответ: 1.

Задача II.3.4.9. (2 балла)

Темы: идентификация, критерии и показатели.

Условие

На сколько групп подразделяются все пищевые продукты в зависимости от существенных для идентификации показателей?

1. Две группы.
2. Три группы.
3. Четыре группы.
4. Нет верного ответа.

Ответ: 3.

Задача II.3.4.10. (3 балла)

Темы: идентификация, критерии и показатели.

Условие

Для идентификации в качестве критериев должны быть выбраны показатели, которые отвечают следующим требованиям:

1. типичность для конкретного вида, наименования или однородной группы продукции;
2. объективность и сопоставимость;
3. проверяемость;
4. трудность фальсификации;
5. легкость фальсификации;
6. трудоемкость измерительных методов;
7. простота методики определения.

Ответ: 1, 2, 3, 4.