

ИТ-Медицина

2022/23 учебный год

Заключительный этап

Предметный тур

Биология. 8–9 классы

Задача VI.1.1.1. (14 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Выберите предложения с ошибками, исправьте их, поясните.

1. На переднем конце каждого ребра имеется утолщение — головка ребра.
2. У затылочной кости выделяют базилярную часть и затылочную чешую, которые окружают большое затылочное отверстие.
3. Перпендикулярная пластинка решетчатой кости располагается в сагиттальной плоскости и участвует в образовании перегородки носа.
4. Лучевая кость на проксимальном конце имеет головку мыщелка для сочленения с суставной ямкой локтевой кости.
5. Ладьевидная кость не участвует в образовании лучезапястного сустава.
6. На внутренней поверхности крыла подвздошной кости имеется пологое углубление – подвздошная ямка.
7. Височно-нижнечелюстной сустав парный, образован суставной головкой нижней челюсти, а также суставным бугорком височной кости, покрытым волокнистым хрящом.

Ответ:

1. На заднем конце каждого ребра имеется утолщение — головка ребра. На переднем конце ребра располагается реберный хрящ.
2. У затылочной кости выделяют базилярную часть, две латеральные части и затылочную чешую, которые окружают большое затылочное отверстие.
3. Верно.
4. Локтевая кость на проксимальном конце имеет головку мыщелка для сочленения с суставной ямкой лучевой кости.
5. Ладьевидная кость участвует в образовании лучезапястного сустава.
6. Верно.
7. Височно-нижнечелюстной сустав парный, образован суставной головкой нижней челюсти, нижнечелюстной ямкой височной кости, а также суставным бугорком височной кости, покрытым волокнистым хрящом.

Критерии оценивания

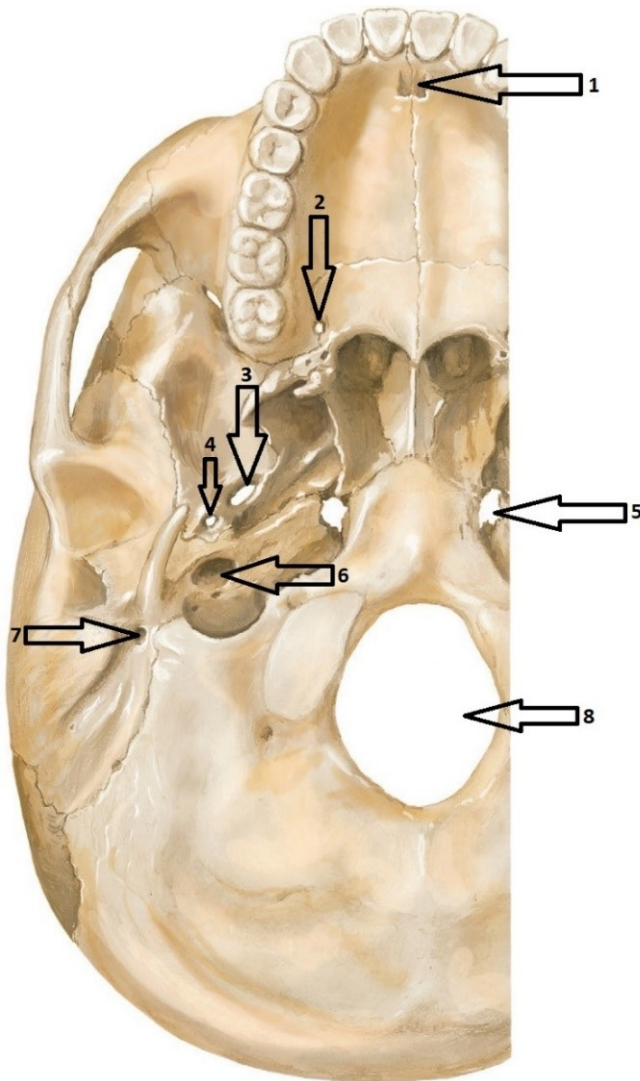
За каждое верное пояснение ошибки — 2 балла. Если участник верно определяет, что в предложении нет ошибки — 2 балла.

Задача VI.1.1.2. (16 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Дайте названия обозначенным анатомическим образованиям.



Ответ:

1. Резцовое отверстие.
2. Большое небное отверстие.
3. Овальное отверстие.
4. Остистое отверстие.
5. Рваное отверстие.

-
6. Сонный канал.
 7. Шилососцевидное отверстие.
 8. Большое затылочное отверстие.

Критерии оценивания

Каждая верно указанная структура — 2 балла.

Задача VI.1.1.3. (16 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

В литературных источниках зачастую можно увидеть различные обозначения одного анатомического образования: «Мышца гордецов», «Мышца борьбы», «Мышца атаки». Дайте верное название данной мышце на русском языке, поясните, чем обусловлена ее связь с горделивыми людьми.

Ответ: процерус или пирамидальная мышца носа. Образует поперечные складки над переносьем.

Критерии оценивания

Верное определение мышцы участником — 10 баллов, 6 баллов за указание ее функции. Данное количество баллов обусловлено сложностью анатомической структуры и специфичностью ее функции.

Задача VI.1.1.4. (10 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Дайте определение комбинированному суставу и приведите не менее трех примеров комбинированных суставов.

Ответ: комбинированные суставы — это суставы, расположенные отдельно, но функционирующие вместе. Примерами являются: атлантозатылочный сустав, дугоотростчатый сустав, височно-нижнечелюстной сустав, проксимальный и дистальный лучелоктевой. .

Критерии оценивания

Верное определение сустава участником — 4 балла. 2 балла за каждый из трех приведенных примеров.

Задача VI.1.1.5. (14 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Перечислите костные и хрящевые анатомические образования, которые сможете прощупать у человека по срединной линии шеи.

Ответ: анатомические образования в порядке сверху вниз: подъязычная кость, щитовидный хрящ (верхняя щитовидная вырезка), перстневидный хрящ, кольца трахеи и яремная вырезка рукоятки грудины.

Критерии оценивания

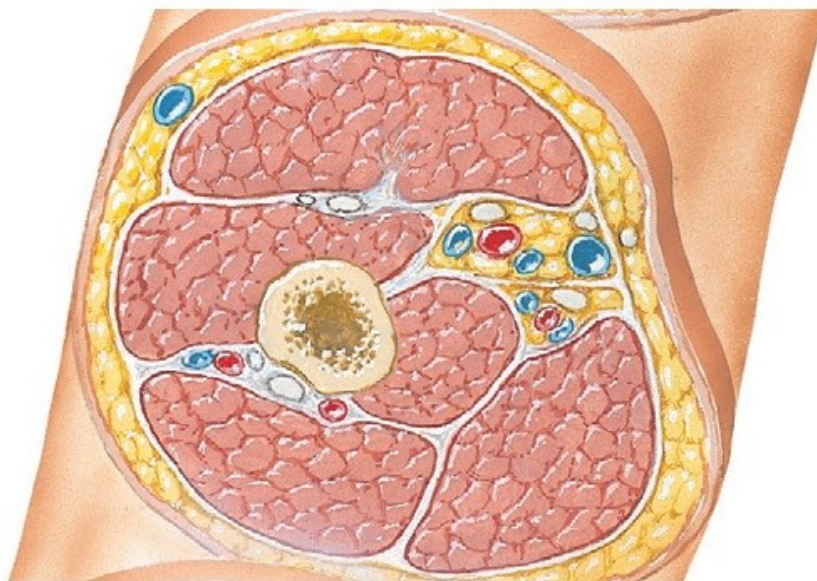
Все структуры, кроме яремной вырезки в данной задаче оцениваются в 3 балла. Яремная вырезка в 2 балла.

Задача VI.1.1.6. (15 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

«Ледяная анатомия» Николая Ивановича Пирогова является прообразом современных лучевых методов визуализации человеческого тела: с помощью специальной пилы он проводил распилы замороженных трупов с последующей зарисовкой срезов. Данный труд насчитывает более 1000 рисунков! Перечислите все мышцы, которые можно рассмотреть на поперечном срезе средней трети плеча.



Ответ: двуглавая мышца плеча, плечевая, трехглавая мышца плеча.

Критерии оценивания

За каждое верно указанное анатомическое образование в данной задаче участник получает 5 баллов, т. к. для ее решения необходимы знания не только нормальной анатомии мышц, но и их топографии на определенном уровне конечности, особенности ее морфологического строения.

Задача VI.1.1.7. (15 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Люмбальная пункция — медицинская манипуляция, позволяющая получить спинномозговую жидкость для анализа. При проведении процедуры игла вводится в промежуток между третьим и четвертым поясничными позвонками. Перечислите все связки позвоночника, которые будут проколоты во время люмбальной пункции.

Ответ: надостная, межкостистая и желтая связки.

Критерии оценивания

За каждую верно указанную связку участник может получить 5 баллов.

Биология. 10–11 классы

Задача VI.1.2.1. (14 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата .

Условие

Выберите предложения с ошибками, исправьте их, поясните.

1. Теменная кость непарная, широкая, выпуклая кнутри, образует верхне-боковые отделы свода черепа.
2. На вогнутой поверхности вдоль всего верхнего края теменной кости спереди назад идет борозда верхнего сагиттального синуса.
3. Перпендикулярная пластинка решетчатой кости имеет многочисленные отверстия для волокон обонятельного нерва.
4. Верхнечелюстная кость имеет в своем составе тело и четыре отростка: глазничный, альвеолярный, небный и скуловой.
5. На боковой поверхности свода черепа с каждой стороны, между чешуей височной и теменной костей, имеется лямбдовидный шов, по форме похожий на греческую букву «лямбда».
6. Глазница имеет четыре стенки: верхнюю, медиальную, нижнюю и латеральную.

-
7. Средний носовой ход ограничен сверху и медиально верхней носовой раковиной, а снизу – средней носовой раковиной.

Ответ:

1. Теменная кость парная, широкая, выпуклая кнаружи, образует верхне-боковые отделы свода черепа.
2. Верно.
3. Решетчатая пластинка решетчатой кости имеет многочисленные отверстия для волокон обонятельного нерва. Перпендикулярная пластинка решетчатой кости участвует в образовании верхнего отдела перегородки носа.
4. Верхнечелюстная кость имеет в своем составе тело и четыре отростка: лобный, альвеолярный, небный и скуловой.
5. На боковой поверхности свода черепа с каждой стороны, между чешуей височной и теменной костей, имеется чешуйчатый шов. Ламбдовидный шов находится между затылочной и двумя теменными костями.
6. Верно.
7. Верхний носовой ход ограничен сверху и медиально верхней носовой раковиной, а снизу – средней носовой раковиной.
Средний носовой ход располагается между средней и нижней носовыми раковинами.

Критерии оценивания

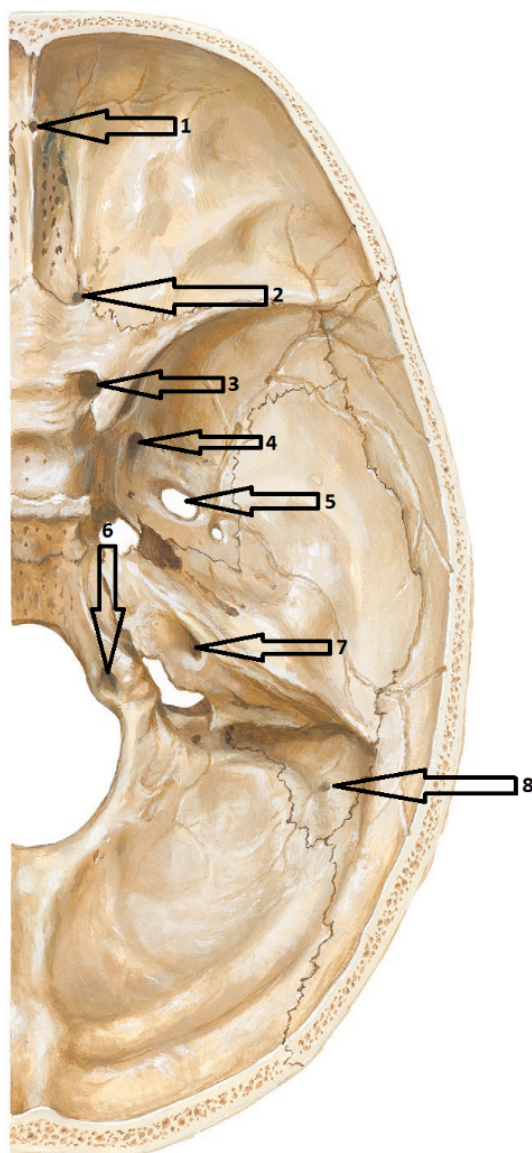
За каждое верное пояснение ошибки — 2 балла. Если участник верно определяет, что в предложении нет ошибки — 2 балла.

Задача VI.1.2.2. (16 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата .

Условие

Дайте верное название обозначенным анатомическим образованиям.



Ответ:

1. Слепое отверстие.
2. Заднее решетчатое отверстие.
3. Зрительный канал.
4. Круглое отверстие.
5. Овальное отверстие.
6. Канал подъязычного нерва.
7. Внутренний слуховой проход.
8. Сосцевидное отверстие.

Критерии оценивания

Каждая верно указанная структура — 2 балла.

Задача VI.1.2.3. (15 баллов)

Темы: анатомия сердечно-сосудистой системы.

Условие

Правая и левая коронарные артерии приносят к миокарду артериальную кровь. Откуда они берут свое начало? Назовите основные ветви левой коронарной артерии. Какие анастомозы между правой и левой коронарными артериями Вы знаете?

Ответ: обе коронарные артерии отходят от восходящей аорты. Они являются единственными ветвями восходящей аорты. Правая коронарная артерия отходит от стенки правого синуса аорты позади правой створки аортального клапана; левая коронарная артерия отходит от стенки левого синуса аорты позади левой створки аортального клапана.

После прохождения легочного ствола артерия делится на огибающую ветвь и переднюю межжелудочковую ветвь (левая передняя нисходящая артерия). Огибающая ветвь входит в венечную борозду, а передняя межжелудочковая ветвь входит в переднюю межжелудочковую борозду.

Правая коронарная артерия анастомозирует с огибающей ветвью левой коронарной артерии. Передняя межжелудочковая артерия (ветвь левой коронарной артерии) анастомозирует с задней межжелудочковой артерией (ветвью правой коронарной артерии).

Критерии оценивания

В данной задаче выделены три группы вопросов:

- Откуда берут свое начало правая и левая коронарные артерии?

Варианты ответов:

А) Аорта — 1 балл.

Б) Восходящая аорта — 2 балла.

В) Обе коронарные артерии отходят от восходящей аорты. Правая коронарная артерия отходит от стенки правого синуса аорты позади правой створки аортального клапана; левая коронарная артерия отходит от стенки левого синуса аорты позади левой створки аортального клапана — 5 баллов.

- Назовите основные ветви левой коронарной артерии.

Каждая верно указанная ветвь — 2,5 балла.

- Какие анастомозы между правой и левой коронарными артериями Вы знаете?

Каждый верно названный анастомоз — 2,5 балла.

Задача VI.1.2.4. (12 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Подмышечная ямка — это пространство между боковым отделом грудной клетки и плечом. Перечислите мышцы, образующие ее стенки.

Ответ: передняя стенка образована большой и малой грудными мышцами. Задняя стенка состоит из подлопаточной, большой круглой и широчайшей мышц спины. Ме-

диальная стенка образована передней зубчатой мышцей. Латеральная стенка образована хирургической шейкой плечевой кости, клювоплечевой и двуглавой мышцами с плечевой фасцией и латеральной группой подмышечных лимфатических узлов.

Критерии оценивания

Если участник верно указывает стенки, их количество — 2 балла. За каждое верно названное анатомическое образование — 1 балл.

Задача VI.1.2.5. (13 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Грыжа межпозвоночного диска — это воспалительная патология опорно-двигательного аппарата, во время которой происходит разрыв прочного фиброзного кольца, а пульпозное ядро выдавливается наружу. Наиболее частым расположением данной грыжи является заднелатеральное ее направление. Поясните эту особенность с анатомической точки зрения.

Ответ: фиброзное кольцо тоньше сзади, чем спереди (что объясняет заднее направление), задняя продольная связка укрепляет диск по задней срединной линии (что объясняет латеральное ее смещение).

Критерии оценивания

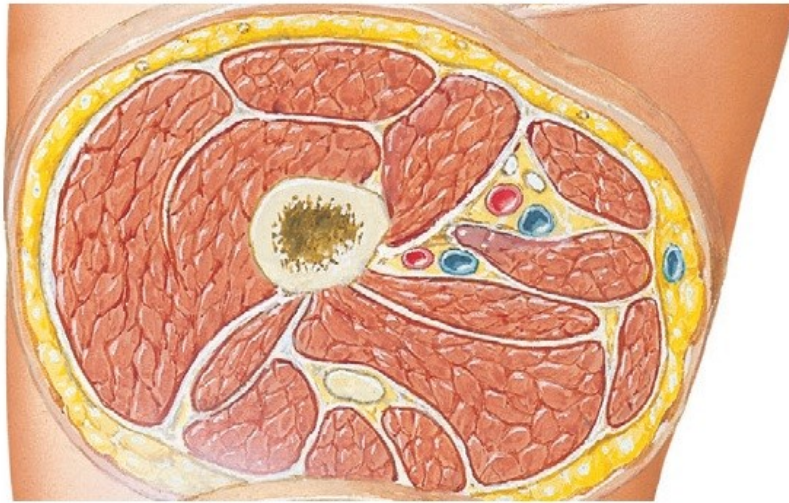
За верное объяснение заднего направления — 7 баллов, 6 баллов за пояснение латерального смещения. Баллы обусловлены тем, что для решения задачи необходимо знать не только анатомию, но и состав межпозвоночного диска, функцию структур, о которых идет речь.

Задача VI.1.2.6. (15 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

«Ледяная анатомия» Николая Ивановича Пирогова является прообразом современных лучевых методов визуализации человеческого тела: с помощью специальной пилы он проводил распилы замороженных трупов с последующей зарисовкой срезов. Данный труд насчитывает более 1000 рисунков! Перечислите все мышцы, которые можно рассмотреть на поперечном срезе средней трети бедра.



Ответ: четырехглавая мышца бедра (прямая, промежуточная широкая, медиальная широкая, латеральная широкая), портняжная, тонкая, большая приводящая, длинная приводящая, полуперепончатая мышца, полусухожильная мышца, двуглавая.

Критерии оценивания

Ответ «Четырехглавая мышца» принимается, оценивается в 1 балл, как и все остальные в задаче. Если участник расписывает состав четырехглавой мышцы, то за каждый пункт получает 2 балла.

Задача VI.1.2.7. (15 баллов)

Темы: анатомия опорно-двигательного аппарата.

Условие

Перечислите мышцы, отвечающие за смыкание нижней челюсти.

Ответ: жевательная, височная и медиальная крыловидная мышцы.

Критерии оценивания

Жевательная мышца — 2 балла, височная мышца — 5 баллов, медиальная крыловидная мышца — 8 баллов. Разница в баллах обусловлена отличием в сложности анатомических структур.

Химия. 8–9 классы

Задача VI.1.3.1. (25 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

В смеси хлорида хрома (III) и кристаллогидрата сульфата хрома (III) содержится $3,54 \cdot 10^{25}$ электронов, из которых 7,66% приходится на атомы водорода, а количество хрома 0,4 моль. Смесь растворили в 1 л раствора карбоната аммония с концентрацией 1 моль/л (плотность 1,03 г/мл). При этом наблюдали образование серо-зеленого осадка А и выделение газа Б, являющегося конечным продуктом биологического окисления. Раствор упарили, твердый остаток прокалили при температуре 300 °С.

1. Составьте уравнения протекающих реакций, назовите полученные соединения.
2. Определите состав кристаллогидрата сульфата хрома.
3. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.
4. Во сколько раз изменилась (по сравнению с исходной смесью) массовая доля хрома после прокаливания, если в твердом остатке содержится оксид хрома (III) и гидросульфат аммония?
5. Предложите способ качественного определения газа Б, приведите уравнения реакций.
6. Дайте кислотно-основную характеристику осадка А, приведите уравнения реакций.

Решение

$2 \text{CrCl}_3 + 3 (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 6 \text{NH}_4\text{Cl} + 3 \text{CO}_2$	1 балл
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3 \text{CO}_2$	1 балл
$n(\bar{e}) = \frac{3,54 \cdot 10^{25}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 58,8.$	1 балл
$\text{CrCl}_3; \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ $n(\bar{e}) = 58,8 \cdot 0,0766 = 4,5$ моль или $3,54 \cdot 10^{25} \cdot 0,0766 = 2,711 \cdot 10^{24}$; $\frac{2,711 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 4,5$ моль Так как количество моль водорода в смеси 4,5 моль, следовательно, количество молей воды в кристаллогидрате 2,25 моль	2 балла

<p>Пусть $n(\text{CrCl}_3) = x$ моль, $n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}) = y$ моль</p> <p>В формульной единице CrCl_3 содержится $24 + 17 \cdot 3 = 75$ электронов, в смеси $75x$ моль.</p> <p>В формульной единице $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ содержится $24 \cdot 2 + (16 + 8 \cdot 4) \cdot 3 + 10 \cdot z = 192 + 10z$ электронов, тогда в смеси $192y + 10z \cdot y$.</p> <p>Учитывая, что $z \cdot y = 2,25$, составляем систему уравнений:</p> $\begin{cases} 75x + 192y + 10 \cdot 2,25 = 58,8 \\ x + 2y = 0,4 \end{cases}$ <p>$75(0,4 - 2y) + 192y + 22,5 = 58,8$ $42y = 6,3$ $y = 0,15 = n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot z\text{H}_2\text{O})$ $x = 0,1 = n(\text{CrCl}_3)$</p>	4 балла
<p>$z = 2,25/0,15 = 15; \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$</p>	1 балл
<p>$m_{\text{п-ра}} = m(\text{CrCl}_3) + m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}) + m_{\text{п-ра}}((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) - m(\text{Cr}(\text{OH})_3) - m(\text{CO}_2)$ $m(\text{CrCl}_3) = 0,1 \cdot 158,5 = 15,85 \text{ г.}$ $m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}) = 0,15 \cdot 662 = 99,3 \text{ г.}$ $m_{\text{п-ра}}((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 1000 \text{ мл} \cdot 1,03 \text{ г/мл} = 1030 \text{ г.}$ $n(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 0,1 + 0,3 = 0,4 \text{ моль.}$ $m(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 0,4 \cdot 103 = 41,2 \text{ г.}$ $n(\text{CO}_2) = 0,15 + 0,45 = 0,6 \text{ моль.}$ $m(\text{CO}_2) = 0,6 \cdot 44 = 26,4 \text{ г.}$ $m_{\text{п-ра}} = 15,85 + 99,3 + 1030 - 41,2 - 26,4 = 1077,55 \text{ г}$</p>	4 балла
<p>$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,3 \cdot 53,5 = 16,05 \text{ г.}$ $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{16,05}{1077,55} \cdot 100\% = 1,49\%$ $m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,45 \cdot 132 = 59,4 \text{ г.}$ $\omega((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{59,4}{1077,55} \cdot 100\% = 5,51\%$ $n_{\text{исх}}((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = C \cdot V = 1 \text{ моль.}$ $n_{\text{ост}}((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ моль.}$ $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,4 \cdot 96 = 38,4 \text{ г.}$ $\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = \frac{38,4}{1077,55} \cdot 100\% = 3,56\%$</p>	3 балла
<p>$2\text{Cr}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} \text{NH}_3 \uparrow + \text{NH}_4\text{HSO}_4$ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\omega(\text{Cr})_{\text{в исходной смеси}} = \frac{0,4 \cdot 52}{15,85 + 99,3} \cdot 100\% = 18\%$ $\omega(\text{Cr})_{\text{в смеси после прокаливании}} = \frac{0,4 \cdot 52}{0,2 \cdot 152 + 0,45 \cdot 115} \cdot 100\% = 25,3\%$ $25,3/18 = 1,4.$ Массовая доля хрома увеличилась в 1,4 раза.</p>	4 балла
<p>$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ (возможно реакция с баритовой водой)</p>	1 балл
<p>$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \longrightarrow \text{CrCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ (возможно образование гексагидрохромата (III) натрия)</p>	2 балла

Задача VI.1.3.2. (25 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

Фосфор относится к группе макроэлементов и является компонентом большого числа биомолекул организма. Наиболее распространен метод количественного определения фосфора в биологических жидкостях в виде ортофосфатов, образующих фосфорно-молибденовый комплекс в присутствии восстановителей, окрашенный в синий цвет. Растворы анализировали методом спектрофотометрии и получили аналитические сигналы, величина которых пропорциональна концентрации определяемого вещества.

Методика определения фосфора в моче содержит следующие этапы:

1. Приготовление стандартного раствора ортофосфата калия объемом 500 мл с молярной концентрацией 2,36 ммоль/л (реактив 1).
2. Приготовление 0,1 моль/л раствора молибдата аммония (реактив 2) путем добавления рассчитанной навески в мерную колбу объемом 500 мл, содержащей 100 мл 1%-ной хлороводородной кислоты и доведением водой очищенной до метки.
3. Приготовление 4%-ного раствора хлорида олова (II) путем добавления рассчитанной навески к 250 г воды (реактив 3).
4. Получение калибровочного графика: в три мерные колбы объемом 50 мл добавляют последовательно 1,0 мл; 3,0 мл и 5,0 мл реактива 1; по 3,0 мл реактива 2 и по 3,0 мл реактива 3. Доводят объем до метки водой очищенной. Аналитический сигнал растворов составил 0,22; 0,6; 1,06 относительных единиц (см. таблицу).

Номер колбы	Реактив 1	Реактив 2	Реактив 3	Аналитический сигнал
1	1,0 мл	3,0 мл	3,0 мл	0,22
2	3,0 мл	3,0 мл	3,0 мл	0,6
3	5,0 мл	3,0 мл	3,0 мл	1,06

5. Пробу мочи объемом 5,0 мл поместили в мерную колбу на 50 мл и добавили 3,0 мл реактива 2, 3,0 мл реактива 3, довели объем до метки водой очищенной; при этом аналитический сигнал составил 0,35 относительных единиц.

Выполните задания:

1. Рассчитайте навеску ортофосфата калия необходимого для приготовления реактива 1.
2. Рассчитайте навеску молибдата аммония необходимого для приготовления реактива 2.
3. Рассчитайте навеску хлорида олова (II) необходимого для приготовления реактива 3.
4. Рассчитайте молярные концентрации растворов, используемых для калибровки.
5. Найдите среднее значение коэффициента k уравнения линейной зависимости аналитического сигнала от концентрации фосфата $y = kx$ по калибровочным растворам.

- Определите концентрацию анализируемого раствора, используя полученные результаты.
- Рассчитайте массу фосфора в 1 литре анализируемого раствора.
- Укажите роль фосфора в организме. Напишите формулы не менее трех фосфорсодержащих соединений, присутствующих в организме человека.

Решение

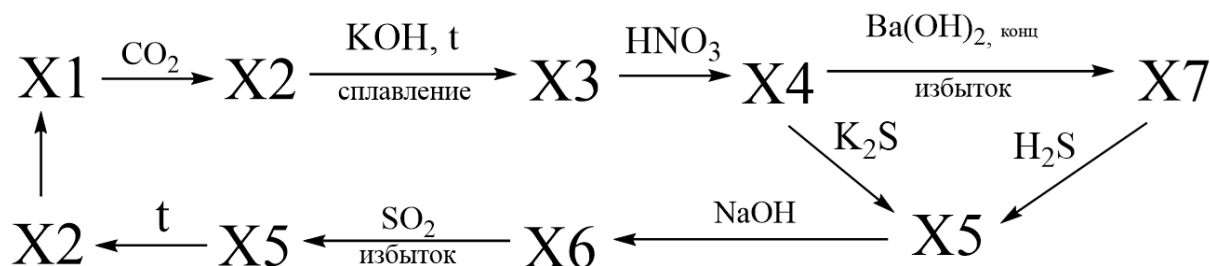
$m(\text{K}_3\text{PO}_4) = C \cdot M \cdot V = 2,36 \cdot 212 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ г}$	1 балл
$m((\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4) = C \cdot M \cdot V = 0,1 \cdot 196 \cdot 0,5 = 9,8 \text{ г}$	1 балл
$0,04 = \frac{x}{250+x}; m(\text{SnCl}_2) = 10,4 \text{ г}$	1 балл
$V = 1 \text{ мл}, n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 2,36 \text{ мкмоль/мл}$	3 балла
$V = 3 \text{ мл}, n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 7,08 \text{ мкмоль/мл}$	
$V = 5 \text{ мл}, n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 11,8 \text{ мкмоль/мл}$	
$\left. \begin{array}{l} 0,22 = k \cdot 2,36; \quad k_1 = 0,093 \\ 0,6 = k \cdot 7,08; \quad k_2 = 0,085 \\ 1,06 = k \cdot 11,8; \quad k_3 = 0,09 \end{array} \right\} k_{\text{ср}} = 0,089$	5 баллов
$0,35 = 0,089 \cdot C; C = 3,9 \text{ мкмоль/мл} = 3,9 \text{ ммоль/л}$	4 балла
$C = 3,9 \text{ ммоль/л}; C_{\text{исх}} = 3,9 \cdot 10 = 39 \text{ ммоль/л}$	3 балла
$m(\text{P}) = 0,039 \cdot 31 = 1,209 \text{ г/л}$	
Фосфор является макроэлементом, входит в состав костной ткани, зубной эмали, фосфолипидов, нуклеиновых кислот, АТФ и т. д. $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}, \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}, \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{CaHPO}_4, \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2, \text{Na}_3\text{PO}_4, \text{Na}_2\text{HPO}_4, \text{NaH}_2\text{PO}_4$ и др.	2 балла

Задача VI.1.3.3. (20 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

Осуществите превращения согласно схеме.



Все соединения в схеме превращений содержат один и тот же р-металл, причем **X5** — белый рыхлый осадок.

- Составьте уравнения реакций и назовите полученные продукты.
- Прогнозируйте использование соединений данного р-металла в медицине.

Решение

$2\text{Al} + 3\text{CO}_2 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}$ X1 – Al; X2 – Al_2O_3 (оксид алюминия)	2 балла
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} \xrightarrow{t} 2\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ X3 – KAlO_2 (алюминат калия)	2 балла
$\text{KAlO}_2 + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ X4 – $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (нитрат алюминия)	2 балла
$2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{K}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} + 6\text{KNO}_3$ X5 – $\text{Al}(\text{OH})_3$ (гидроксид алюминия)	3 балла
$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ возможно образование $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ X6 – $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (тетрогидроксоалюминат натрия)	2 балла
$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{SO}_2$ (изб) $\longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaHSO}_3$ X5 – $\text{Al}(\text{OH})_3$	2 балла
$2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ X2 – Al_2O_3	2 балла
$2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{электролиз}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2$ или $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Al} + 3\text{CO}_2$ X1 – Al	2 балла
$2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 6\text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ba}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2 + 3\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ X7 – $\text{Ba}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2$ (гексагидроксоалюминат бария)	3 балла
$\text{Ba}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]_2 + 6\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Ba}(\text{HS})_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ X5 – $\text{Al}(\text{OH})_3$	3 балла
Препараты на основе оксида алюминия обладают обволакивающим, антацидным и адсорбирующим действием, а также находят применение в дерматологии и косметологии.	2 балла

Задача VI.1.3.4. (30 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

При сплавлении оксидов двух металлов с переменной степенью окисления получено соединение **A** черно-коричневого цвета. Один из металлов в виде ионов входит в состав гемоглобина и выполняет функцию переноса кислорода в организме. Вторым металлом участвует в регуляции углеводного обмена организма и образует оксид состава $\text{Э}_2\text{O}_3$, в котором массовая доля кислорода составляет 31,58%. При сплавлении **A** с карбонатом калия в присутствии кислорода получена смесь веществ **B** (красно-бурого цвета) и **B** (желтого цвета). Вещество **A** взаимодействует с концентрированной азотной кислотой и раствором серной кислоты, а также разлагается раствором соляной кислоты с образованием раствора **Г**. Соединение **A** на воздухе реагирует с концентрированным раствором щелочи с образованием осадка вещества **Д** бурого цвета и окрашенного раствора вещества **Е**. При прокаливании осадка **Д** образовалось вещество **Б**. После отделения осадка **Д** и добавления к раствору **Е** гипохлорита натрия цвет раствора изменился на желтый, и получилось соединение **В**, которое также образуется при прокаливании одного из компонентов раствора **Г** с нитратом калия в присутствии щелочи. Осадок **Д** обработали щелочным раствором брома, при этом образовалось соединение **Ж** красно-фиолетового цвета, которое проявляет сильные окислительные свойства и при нагревании с концентрированным раствором аммиака выделяется газ (относительная плотность по воздуху 0,966) и

соединение **Д**. При растворении вещества **Ж** получили раствор, при добавлении к которому хлорида бария образуется осадок вещества **З** фиолетового цвета.

1. Определите исходные металлы, произведите расчет молярной массы второго металла.
2. Составьте уравнения описанных реакций.
3. Назовите соединения, образовавшиеся в результате превращений.

Решение

Первый металл — железо.	1 балл
Определение второго металла: $\omega(\text{Me}) = 100 - 31,58 = 68,42\%$ $\frac{68,42}{2M} = \frac{31,58}{48}$ $M = 52 \text{ г/моль} - \text{хром}$	2 балла
$\text{FeO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t = 1600^\circ\text{C}} \text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ А — $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$	1 балл
$4 \text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 8 \text{K}_2\text{CO}_3 + 7 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 8 \text{CO}_2$ А — $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$; Б — Fe_2O_3 ; В — K_2CrO_4	2 балла
$\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{FeCl}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 10 \text{HNO}_3 (\text{конц}) \longrightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 8 \text{HCl} (\text{конц}) \longrightarrow 2 \text{CrCl}_3 + \text{FeCl}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ А — $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$; раствор Г — $2 \text{CrCl}_3 + \text{FeCl}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$	1 балл
$4 \text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 24 \text{NaOH} (\text{конц}) + 18 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow$ $\longrightarrow 8 \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 4 \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ Е — $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$; Д — $4 \text{Fe}(\text{OH})_3$	3 балла
$2 \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Д — $4 \text{Fe}(\text{OH})_3$; Б — Fe_2O_3	1 балл
$2 \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3 \text{NaClO} + 4 \text{KOH} \longrightarrow 2 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 3 \text{NaCl} + 6 \text{NaOH}$ В — K_2CrO_4	2 балла
$2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{KNO}_3 + 10 \text{KOH} \longrightarrow 2 \text{K}_2\text{CrO}_4 + 3 \text{KNO}_2 + 6 \text{KCl} + 5 \text{H}_2\text{O}$ В — K_2CrO_4	2 балла
$2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{Br}_2 + 10 \text{KOH} (\text{ТВ}) \xrightarrow{t} 2 \text{K}_2\text{FeO}_4 + 6 \text{KBr} + 8 \text{H}_2\text{O}$ Ж — K_2FeO_4	2 балла
$2 \text{K}_2\text{FeO}_4 + 2 \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{N}_2 + 2 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 4 \text{KOH}$	2 балла
$M = 0,966 \cdot 29 = 28 \text{ г/моль}$	1 балл
$\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaFeO}_4 + \text{KCl}$ З — BaFeO_4	2 балла
А — хромит железа (II)	0,5 балла
Б — оксид железа (III)	0,5 балла
В — хромат калия	0,5 балла
Е — гексагидроксохромат (III) калия	1 балл
Д — гидроксид железа (III)	0,5 балла
Ж — феррат калия	0,5 балла
З — феррат бария	0,5 балла

Химия. 10–11 классы

Задача VI.1.4.1. (25 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

К 800 мл раствора едкого натра (плотность 1,05 г/см³) с молярной концентрацией 1,0 моль/л добавили смесь гептагидрата нитрата железа (II) и гидрата сульфата алюминия. В смеси гидратов число атомов кислорода равно $1,7157 \cdot 10^{24}$, а число атомов серы в 3 раза больше атомов азота. В конечном растворе количество гидроксигрупп составило 50% от исходного.

1. Составьте уравнения протекающих реакций.
2. Определите формулу кристаллогидрата сульфата алюминия.
3. Вычислите массу образовавшегося осадка.
4. Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе.
5. Прогнозируйте использование соединений алюминия в медицине.
6. Укажите биологическую роль соединений железа в организме.

Решение

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{NaNO}_3$	1 балл
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{NaOH} = 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1 балл
Определено количество вещества гидроксида натрия $n(\text{NaOH}) = C \cdot V = 0,8 \cdot 1 = 0,8$ моль	0,5 балла
$m_{\text{р-ра}} = V \cdot \rho = 800 \cdot 1,05 = 840$ г	0,5 балла
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} - x$ моль. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n \text{H}_2\text{O} - y$ моль.	4 балла
1. $n(\text{N}) = 2x$ $n(\text{S}) = 3y$ $n(\text{O}) = 13x$ $n(\text{O}) = (12 + n) \cdot y$ $3n(\text{N}) = n(\text{S})$ $3 \cdot 2x = 3y$ $y = 2x$	
2. $n(\text{O}) = \frac{1,7157 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,85$ моль $2,85 = 13x + (12 + n) \cdot 2x$ $2,85 = 13x + 24x + 2n \cdot x$ $37x + 2nx = 2,85$	

<p>Так как в растворе содержание ОН-групп уменьшилось в 2 раза, и они входят в состав комплексного соединения, то:</p> $n(\text{OH}) = 0,4 \text{ моль}$ $n(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 0,4/4 = 0,1 \text{ моль}$ $2x + 12x = 0,7$ $14x = 0,7$ $x = 0,05 \text{ моль} \text{ — } \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ $y = 0,1 \text{ моль} \text{ — } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $37 \cdot 0,05 + 2n \cdot 0,05 = 2,85$ $n = 10$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	5 баллов
$n(\text{Fe}(\text{OH})_2) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 0,05 \text{ моль}$ $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 0,05 \cdot 90 = 4,5 \text{ г}$ $n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 2n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)_{\text{по ур-ю 2}} - n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)_{\text{по ур-ю 3}} = 2 \cdot 0,1 - 0,1 = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{Al}(\text{OH})_3) = n \cdot M = 0,1 \cdot 78 = 7,8 \text{ г}$ $m(\text{осадка}) = 4,5 + 7,8 = 12,3 \text{ г}$	2 балла
$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,05 \cdot 306 = 15,3 \text{ г}$ $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 522 = 55,2 \text{ г}$ $m(\text{р-ра}) = 840 + 15,3 + 55,2 - 4,5 - 7,8 = 898,2 \text{ г}$	1 балл
$m(\text{NaNO}_3) = n \cdot M = 0,1 \cdot 85 = 8,5 \text{ г}$ $\omega(\text{NaNO}_3) = \frac{8,5}{898,2} 100\% = 0,95\%$	1 балл
$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 0,3 \cdot 142 = 42,6 \text{ г}$ $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{42,6}{898,2} 100\% = 4,74\%$	1 балл
$m(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = n \cdot M = 0,1 \cdot 118 = 11,8 \text{ г}$ $\omega(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = \frac{11,8}{898,2} 100\% = 1,31\%$	1 балл
<p>Препараты на основе оксида алюминия обладают обволакивающим, антацидным и адсорбирующим действием.</p>	2 балла
<p>Железо является «металлом жизни», в виде ионов Fe^{2+} входит в состав гемоглобина и выполняет функцию переноса кислорода в организме. Железо является компонентом ферментов (цитохромов, каталазы), и также ряда белков.</p>	2 балла

Задача VI.1.4.2. (25 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

Вещество **А** получено при сплавлении двух простых веществ, одно из которых является *d*-металлом, а второе входит в состав компонентов лечебных иловых сульфидных грязей. Вещество **А** в реакции с разбавленной серной кислотой на холоде образует раствор, состоящий из двух компонентов **Б** и **В**. Вещество **Б** реагирует как с раствором перманганата калия, образуя соединение **Г**, так и с бромом в присутствии щелочи, образуя неустойчивое соединение **Д**, разлагающееся под действием хлороводородной кислоты. Соединение **Г** взаимодействует с сернокислым раствором иодида калия с образованием осадка. Вещество **В** при сгорании образует оксид, при растворении которого среда раствора становится кислой (раствор **Е**). После нейтрализации раствора **Е** едким натром и последующего выпаривания образуется вещество **Ж** в

виде кристаллогидрата, в котором массовая доля кислорода составляет 63,5% (масс). Какую кислотность имеет раствор, приготовленный из кристаллогидрата? Как изменится pH среды если прокалить вещество **Ж** при температуре 600 °С, а затем продукт термоллиза растворить в воде (ответ поясните).

Составьте уравнения описанных реакций.

Решение

Fe + S = FeS A – FeS	1 балл
FeS + H ₂ SO ₄ = FeSO ₄ + H ₂ S B – FeSO ₄ ; B – H ₂ S	1 балл
10 FeSO ₄ + 2 KMnO ₄ + 8 H ₂ SO ₄ = 5 Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 2 MnSO ₄ + K ₂ SO ₄ + 8 H ₂ O B – FeSO ₄ ; Г – Fe ₂ (SO ₄) ₃	3 балла
FeSO ₄ + 2 Br ₂ + 8 NaOH = 4 NaBr + Na ₂ FeO ₄ + Na ₂ SO ₄ + 4 H ₂ O	3 балла
2 Na ₂ FeO ₄ + 16 HCl = 2 FeCl ₃ + 3 Cl ₂ + 4 NaCl + 8 H ₂ O	3 балла
Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 6 KI = 2 FeI ₂ + I ₂ + 3 K ₂ SO ₄ (Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 2 KI = 2 FeSO ₄ + I ₂ + K ₂ SO ₄)	3 балла (1 балл)
2 H ₂ S + 3 O ₂ = 2 SO ₂ + 2 H ₂ O	1 балл
SO ₂ + H ₂ O = SO ₂ · H ₂ O Допустимо написание H ₂ SO ₃	1 балл
SO ₂ · H ₂ O + 2 NaOH = Na ₂ SO ₃ + 2 H ₂ O Ж – Na ₂ SO ₃	1 балл
4 Na ₂ SO ₃ $\xrightarrow{t = 600\text{ }^\circ\text{C}}$ 3 Na ₂ SO ₄ + Na ₂ S	1 балл
Водородный показатель раствора сульфита натрия больше 7, что обусловлено процессом гидролиза соли по аниону. Na ₂ SO ₃ + H ₂ O \longleftrightarrow NaHSO ₃ + NaOH $pH_1 > 7$	2 балла
После прокаливания сульфита натрия образуется сульфат натрия, не подвергающийся гидролизу, и сульфид натрия, в состав которого входит анион сероводородной кислоты, являющейся более слабой, чем сернистая. Следовательно степень гидролиза повышается и симбатно увеличивается pH раствора. Na ₂ S + H ₂ O \longleftrightarrow NaHS + NaOH $pH_2 > 7$; $pH_2 > pH_1$	3 балла
Расчет состава кристаллогидрата: Na ₂ SO ₃ · nH ₂ O $\frac{48+16n}{126+18n} = 0,635$ $n = 7$, Na ₂ SO ₃ · 7H ₂ O гептагидрат сульфита натрия	2 балла

Задача VI.1.4.3. (30 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

Производные салициловой кислоты широко применяются в медицине.

1. Предложите синтез салициловой (о-гидроксibenзойной) кислоты из неорганических веществ, приведите уравнения реакций.
2. Прогнозируйте свойства салициловой кислоты и предложите уравнения ее вза-

имодействия

- 2.1. с раствором сульфата меди (II);
- 2.2. с избытком брома;
- 2.3. с формальдегидом в реакции конденсации.

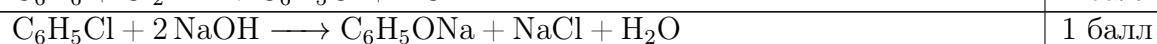
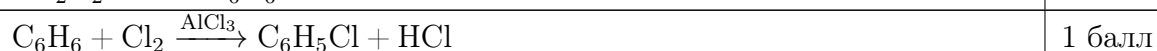
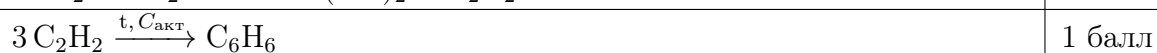
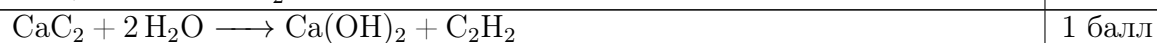
3. Назовите известные вам производные салициловой кислоты, применяемые в медицинской практике:

- 3.1. приведите уравнения реакций получения из салициловой кислоты фенолсалицилата, метилсалицилата, салицилата натрия, ацетилсалициловой кислоты;
- 3.2. укажите их лечебное действие.

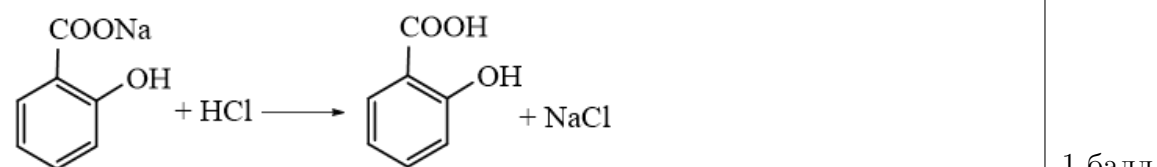
4. Почему в медицинской практике для внутреннего применения используются только производные салициловой кислоты.

Решение

Синтез салициловой кислоты

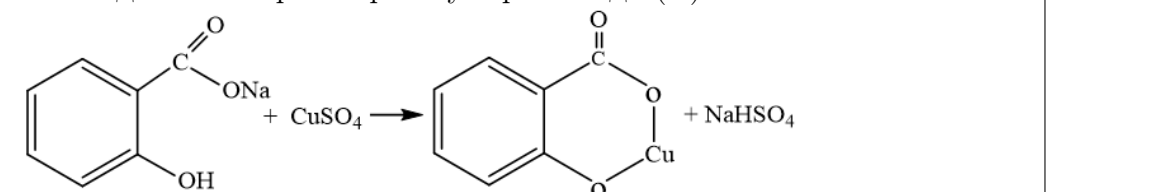


Реакция Кольбе-Шмитта

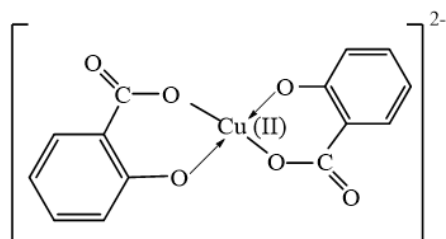


салициловая кислота

Взаимодействие с раствором сульфата меди (II)



или возможно написание конечного продукта в виде комплекса



Производные салициловой кислоты оказывают жаропонижающее, анальгетическое и противовоспалительные действие. Наиболее широкое распространение получила ацетилсалициловая кислота (аспирин). Фенилсалицилат используют как дезинфицирующее средство при кишечных заболеваниях. Метилсалицилат используют наружно в виде мазей.	2 балла
Салициловая для внутреннего применения не используется, так как является достаточно сильной кислотой ($pK_a = 2,98$) и вызывает раздражение слизистых.	1 балл

Задача VI.1.4.4. (20 баллов)

Темы: химия, химическая реакция.

Условие

Содержание фосфора в организме человека регулируется почками. Количество фосфора в суточной моче может колебаться в широком интервале концентраций от 13 до 40 ммоль в сутки. Приемы количественного определения фосфора основаны на его способности образовывать нерастворимые соединения.

Методика определения фосфора в моче.

Из 2 л суточной мочи для анализа взято 100 мл, которые упарили до 50 мл и профильтровали. К полученному фильтрату последовательно добавили 10 мл 2,0 моль/л раствора хлорида аммония (плотность 1,03 г/см³), 15 мл раствора хлорида магния с концентрацией 0,3 моль/л. К полученному раствору, нагретому до 40 °С, по каплям добавили 20%-ный раствор аммиака (плотность 0,92 г/см³) до слабощелочной реакции среды. Раствор охладили. Образовавшийся осадок кристаллогидрата вещества **X** отделили, промыли водой, высушили и прокалили в печи. Масса продукта прокаливания составила 0,2023 г.

Вопросы:

1. Составьте уравнения описанных реакций.
2. Рассчитайте массу гексагидрата хлорида магния, необходимого для приготовления 0,3 моль/л раствора хлорида магния путем добавления рассчитанной массы кристаллогидрата к 50 мл подкисленной соляной кислотой воды.
3. Рассчитайте состав образующегося в слабощелочной среде кристаллогидрата вещества **X**, если массовая доля кислорода в кристаллогидрате 65,3%.
4. Рассчитайте массу фосфора и сделайте вывод о его содержании в моче (повышенное, пониженное, норма).
5. Для малорастворимых соединений растворимость принято характеризовать с помощью константы растворимости. Константа растворимости (K_s) — это произведение молярных концентраций ионов нерастворимого электролита в насыщенном растворе, взятых в степенях их стехиометрических коэффициентов в реакции ионизации осадка. Рассчитайте константу растворимости вещества **X**, если его растворимость составляет 0,052 г/100 г воды.
6. Можно ли в процессе анализа мочи вместо хлорида магния использовать хлорид цинка? Ответ обоснуйте на основании значений констант растворимости: $K_s(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 6 \cdot 10^{-10}$, $K_s(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 1,2 \cdot 10^{-17}$.

7. Объясните, почему осаждение соединения X раствором аммиака необходимо проводить в присутствии хлорида аммония.
8. Укажите роль фосфора в организме.
9. В форме каких соединений фосфор присутствует в организме? Приведите не менее 5 формул соединений, назовите их.

Решение

$\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{MgCl}_2 = \text{NH}_4\text{MgPO}_4 + 3 \text{NaCl}$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{MgCl}_2 = \text{NH}_4\text{MgPO}_4 + 2 \text{NaCl} + \text{HCl}$ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{MgCl}_2 = \text{NH}_4\text{MgPO}_4 + \text{NaCl} + 2 \text{HCl}$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2 = \text{NH}_4\text{MgPO}_4 + 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{NH}_4\text{MgPO}_4 \xrightarrow{t} \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 + 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	5 баллов
$n(\text{MgCl}_2) = C \cdot V = 0,3 \cdot 0,05 = 0,015 \text{ моль}$ $m(\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 0,015 \cdot 203 = 3,045 \text{ г}$	1 балл
$\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ Составляем уравнение: $0,653 = \frac{64+16x}{137+18x}$ $x = 6 \text{ моль}$, следовательно, $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	2 балла
$n(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 0,2023/222 = 0,9113 \text{ ммоль}$ $n(\text{NH}_4\text{MgPO}_4) = 0,9113 \cdot 2 = 1,8225 \text{ ммоль}$ $n(\text{моча}) = 1,8 \cdot 20 = 36,45 \text{ — норма}$ $m(\text{P}) = 0,036 \cdot 31 = 1,129 \text{ г}$	2 балла
$\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \longleftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{PO}_4^{3-}$ $S = \frac{0,052}{0,1 \cdot 137} = 3,8 \cdot 10^{-3}$ $Ks = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$ $Ks = s^3 = (3,8 \cdot 10^{-3})^3 = 5,5 \cdot 10^{-8}$	3
Нельзя, так как $Ks(\text{NH}_4\text{MgPO}_4) > Ks(\text{Mg}(\text{OH})_2)$, $(\text{Zn}(\text{OH})_2)$ будут образовываться гидроксиды, а не ортофосфат аммония-магния.	2 балла
Чтобы не допустить образование осадка гидроксида магния, осаждение NH_4MgPO_4 проводится в присутствии NH_4Cl , который подавляет ионизацию гидроксида аммония, следовательно, концентрация OH^- групп уменьшается, следовательно, образование осадка $\text{Mg}(\text{OH})_2$ не происходит. $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$	2 балла
Фосфор является макроэлементом, входит в состав костной ткани, зубной эмали, полисахаридов, фосфолипидов, нуклеиновых кислот АТФ и т. д.	1 балл
$3 \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4	2 балла