

Поволжская открытая олимпиада школьников «Будущее медицины» 2016 год
Задания 2 этапа 10 класс

1X. Гептагидрат сульфата некоторого металла, в котором массовая доля кислорода составляет 61,32%, серы – 11,15%, водорода—4,88%, используется в медицинской практике. Ионы металла данного соединения необходимы для получения гормона инсулина. Кристаллогидрат растворили в 80 г 5% раствора сульфата того же металла (валентность меньше трех), при этом раствор стал насыщенным. Коэффициент растворимости этой соли при данной температуре составляет 22 г.

Вопросы:

- | | |
|---|----------|
| 4. Определите неизвестный металл | 3 балла |
| 5. Определите массу добавленного кристаллогидрата | 4 баллов |
| 6. Определите массу конечного раствора | 3 балла |

(10 баллов)

| Решение | |
|---|----------|
| <p>Запишем формулу кристаллогидрата: $Me_nSO_4 \cdot 7H_2O$ По условию металл может быть одно- или двухвалентным, то есть $n = 2$ или $n = 1$. Определим массовую долю металла: $100\% - 11,65\% - 61,32\% - 4,88\% = 22,65\%$ Молярная масса кристаллогидрата равна: $M + 32 + 4 \cdot 16 + 7 \cdot 18 = M + 222$ Из формулы массовой доли имеем: $22,65\% = M \cdot 100\% / (222 + M)$ $M = 65$ г/моль (это двухвалентный металл – цинк). $n = 1$. Если металл – одновалентный элемент, то это соответствует $A = 65/2 = 32,5$ г/моль, такого элемента не существует. Следовательно, кристаллогидратом является $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.</p> | 3 балла |
| <p>Запишем соответствие $ZnSO_4 \sim ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ Молярная масса $ZnSO_4$ равна 161 г/моль, Молярная масса $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ равна 287 г/моль, $\frac{x}{161} = \frac{y}{287}$; из соответствия масса $ZnSO_4$ в $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ $x = 161y/287 = 0,56y$ Определим массу соли в 5% растворе: $m = 0,05 \cdot 80 = 4,0$ г. Определим массовую долю соли в насыщенном растворе: $W\% = 22 \cdot 100\% / 122 = 18\%$ В результате: <u>1 способ</u> $0,18 = (4,0 + 0,56y) / (80 + y)$ $y = 27,4$ г (масса добавленного кристаллогидрата).</p> | 4 баллов |

| | |
|--|---------|
| <p>2 способ (правило диагонального смешивания).</p> <p>Полученное выражение: 0,56у означает, что массовая доля безводного ZnSO₄ в кристаллогидрате составляет 56%.</p> <p>Находим массу кристаллогидрата:</p> <p>m (ZnSO₄·7H₂O) г - 56% 13,0 (массовых частей)</p> <p style="padding-left: 150px;">18%</p> <p>m (р-ра ZnSO₄) 80 г - 5% 38,0 (массовых частей)</p> <p>Масса кристаллогидрата m(ZnSO₄·7H₂O) = 27,4 г.</p> | |
| <p>Определяем массу конечного раствора:</p> <p>m (р-ра ZnSO₄) = 80 + 27,4 = 107,4 г.</p> | 3 балла |

2X. Смесь гидрида и фосфида двухвалентного металла, в массовом соотношении 2:1, обработали водой. При этом образовалась смесь газов с относительной плотностью по водороду равной 2,940.

Вопросы:

- | | |
|--|----------|
| Запишите уравнения реакций в общем виде | 2 балла |
| 2. Определите среднюю молярную массу смеси газов | 1 балл |
| 3. Определите атомную массу металла и сам металл | 8 баллов |
| 4. Запишите реальные уравнения реакций | 2 балла |

(13 баллов)

| | |
|---|----------|
| Решение | |
| <p>Запишем уравнения реакций в общем виде:</p> <p>1) $MeH_2 + 2H_2O = Me(OH)_2 + 2H_2\uparrow$</p> <p>2) $Me_3P_2 + 6H_2O = 3Me(OH)_2 + 2PH_3\uparrow$</p> | 2 балла |
| <p>Определим среднюю молярную массу смеси газов:</p> <p>$M(\text{смеси}) = 2,940 \cdot 2 = 5,880 \text{ г/моль}$</p> | 2 балла |
| <p>Обозначим количества моль газов:</p> <p>$\sqrt{(H_2)} = x \text{ моль}; \sqrt{(PH_3)} = y \text{ моль}.$</p> <p>Выразим мольные доли газов φ через среднюю молярную массу:</p> <p>$5,880 = M(H_2) \cdot \varphi(H_2) + M(PH_3) \cdot \varphi(PH_3)$</p> <p>$5,880 = 2 \frac{x(H_2)}{x+y} + 34 \frac{y(PH_3)}{x+y}$</p> <p>$x = 7,247y$</p> <p>По условию задачи:</p> <p>$m(MeH_2) = 2m(Me_3P_2)$</p> <p>Составляем уравнение, учитывая, что А - атомная масса металла:</p> <p>$\sqrt{(MeH_2)} \cdot (A+2) = 2 \cdot \sqrt{(Me_3P_2)} \cdot (3A + 62)$</p> <p>$0,5 \cdot \sqrt{(H_2)} \cdot (A+2) = 2 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{(PH_3)} \cdot (3A + 62)$</p> <p>$0,5x \cdot (A+2) = 2 \cdot 0,5y \cdot (3A + 62)$</p> <p>$0,5 \cdot 7,247y \cdot (A+2) = 2 \cdot 0,5y \cdot (3A + 62)$</p> <p>$7,247 \cdot (A+2) = 2 \cdot (3A + 62)$</p> <p>$A = 88 \text{ г/моль (атомная масса металла)}$</p> | 8 баллов |

| | |
|--|---------|
| Металлом является Sr (стронций). | |
| Записываем реальные уравнения реакций: $SrH_2 + 2H_2O = Sr(OH)_2 + 2H_2\uparrow$ $Sr_3P_2 + 6H_2O = 3Sr(OH)_2 + 2PH_3\uparrow$ | 2 балла |

3X. При последовательном восстановительном аминировании оксида углерода (II) массой 70 г использовали водород массой 10 г и аммиак массой 17 г ($t=400^{\circ}C$). В результате полного взаимодействия образовалась смесь двух газов (н.у.) (процесс 1). Полученную газовую смесь сожгли в атмосфере кислорода (процесс 2).

Вопросы:

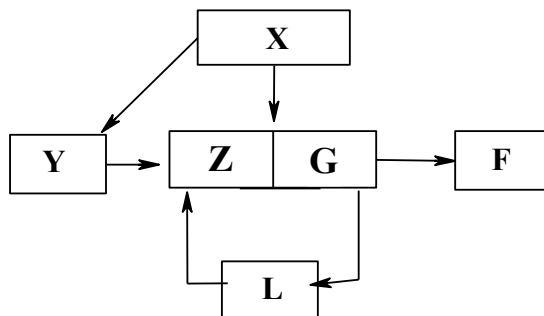
- | | |
|---|----------|
| 4. Запишите уравнения реакций (процесс 1) | 5 баллов |
| 5. Назовите полученные соединения (процесс 1) | 3 балла |
| 6. Запишите уравнения реакций (процесс 2) | 2 балла |
| 7. Определите объем прореагировавшего кислорода | 1 балл |

(11 баллов)

| Решение | |
|---|---------|
| Определим количество моль взаимодействующих веществ: $\sqrt{(CO)} = 70/28 = 2,5$ моль; $\sqrt{(H_2)} = 10/2 = 5,0$ моль; $\sqrt{(NH_3)} = 17/17 = 1,0$ моль | 2 балла |
| При взаимодействии образуются амины. Процесс (1): 1) $NH_3 + CO + 2H_2 = H_2O + CH_3NH_2$ (первичный амин) 2) $CH_3NH_2 + CO + 2H_2 = H_2O + (CH_3)_2NH$ (вторичный амин) 3) $(CH_3)_2NH + CO + 2H_2 = H_2O + (CH_3)_3N$ (третичный амин) | 3 балла |
| Определим компоненты полученной газовой смеси. По реакции (1) образуется 1 моль CH_3NH_2 , в избытке остаются 1,5 моль CO и 3,0 моль H_2 . По реакции (2) образуется 1 моль $(CH_3)_2NH$, в избытке остаются 0,5 моль CO и 1,0 моль H_2 . По реакции (3) образуется 0,5 моль $(CH_3)_3N$ и остается 0,5 моль $(CH_3)_2NH$. $(CH_3)_2NH$ – диметиламин - 0,5 моль, $(CH_3)_3N$ - триметиламин - 0,5 моль. | 3 балла |
| Запишем уравнения реакции горения газов. 4) $4(CH_3)_2NH + 15O_2 = 8CO_2 + 14H_2O + 2N_2$ 5) $4(CH_3)_3N + 21O_2 = 12CO_2 + 18H_2O + 2N_2$ | 1 балл |

| | |
|---|---------|
| $\sqrt{(\text{O}_2)}=0,5 \cdot 15/4=1,875$ моль (реакция 4) $\sqrt{(\text{O}_2)}=0,5 \cdot 21/4=2,625$ моль (реакция 4) $\Sigma \sqrt{(\text{O}_2)}=1,875+2,625=4,5$ моль Объем прореагировавшего кислорода равен: $V(\text{O}_2)=4,5 \cdot 22,4=101,25$ литра. | 2 балла |
|---|---------|

4X. Приведена схема взаимодействий:



Соединение **X** ($\text{C}_3\text{O}_3\text{H}_4$), которое является продуктом метаболизма глюкозы (гликолиз), проанализировали по процессам (1) и (2), а также провели дальнейшие взаимодействия.

Процесс 1. Соединение **X** смешали с разбавленной серной кислотой и нагрели выше 100°C . При этом образовалось соединение **Y** и оксид.

Процесс 2. Соединение **X** смешали с концентрированной серной кислотой и нагрели до 70°C . При этом образовалось соединение **Z** и токсичный газ **G**.

Газ **G** при взаимодействии с хлором образует соединение **F** (отравляющее вещество), а при нагревании с водородом в присутствии катализатора образует соединение **L**, формула класса которого $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$. Дальнейшее добавление **G** при повышенном давлении и температуре (в реакторе) приводит к образованию соединения **Z**, которое также можно получить при окислении **Y**.

Вопросы:

- | | |
|---|----------|
| 1. Определите исходное соединение | 2 балла |
| 2. Запишите уравнение реакции по процессу (1) | 2 балла |
| 3. Запишите уравнение реакции по процессу (2) | 2 балла |
| 4. Запишите уравнение реакции $\text{G} \rightarrow \text{F}$ | 1 балла |
| 5. Запишите уравнение реакции $\text{G} \rightarrow \text{L}$ | 1 балла |
| 6. Запишите уравнение реакции $\text{L} \rightarrow \text{Z}$ | 1 балла |
| 7. Запишите уравнение реакции $\text{Y} \rightarrow \text{Z}$ | 1 балла |
| 8. Назовите соединения Y,Z,G,F,L | 5 баллов |

(15 баллов)

| | |
|--|---------|
| Решение | |
| Исходное соединение – пировиноградная кислота (2-оксопропановая кислота). | 2 балла |
| Процесс (1): $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{COOH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4(\text{p})]{t > 100^\circ\text{C}} \text{CH}_3\text{CHO} (\text{Y}) + \text{CO}_2$ (оксид) | 2 балла |
| Процесс (2): $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{COOH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4(\text{к})]{t = 70^\circ\text{C}} \text{CH}_3\text{COOH} (\text{Z}) + \text{CO} (\text{G})$ | 2 балла |

| | |
|--|--|
| $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ (F) | 1 балл |
| $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{t=300\text{C}, Kt} \text{CH}_3\text{OH}$ (L) | 1 балл |
| $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} = \text{CH}_3\text{COOH}$ (Z) | 1 балл |
| $2\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t, Kt} 2\text{CH}_3\text{COOH}$ | 1 балл |
| Название соединений: Y – этаналь (ацетальдегид) Z – этановая кислота (уксусная кислота) G – оксид углерода (II) F – дихлорангидрид угольной кислоты (карбонилхлорид, фосген) L - метанол | 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл |

5Б. Определить номера правильных суждений:

1. Доза лучей красного спектра под пологом верхнего лесного яруса выше, чем доза лучей зеленого спектра на открытой местности.
2. На семенной чешуе женской шишки сосны находится 4 семязачатка.
3. Функции газообмена у листа возможны благодаря чечевичкам и гидатодам.
4. За рассасывание в процессе онтогенеза мюллеровых каналов у амфибий отвечают гормоны роста.
5. В молочных железах млекопитающих происходит апокринная секреция.
6. Отделом желудка жвачных, соответствующим однокамерному желудку млекопитающих, является рубец.
7. Бивни слона – это видоизмененные клыки.
8. Первопричиной невозможности роста негалофитных растений на почвах с высокой концентрацией солей является то, что водный потенциал почвы слишком низкий.
9. Самцы территориальных животных при встрече с чужаком на своей территории часто побеждают, так как хозяева территории всегда имеют более крупные размеры тела.
10. Зона коры больших полушарий мозга, ответственная за кожно-мышечную чувствительность, расположена в затылочной части мозга.
11. Если в стенках сосуда преобладают α -адренорецепторы, то адреналин вызывает их сужение, а если большинство составляют β -адренорецепторы, то их расширение.
12. На голени различают три группы мышц: заднюю, латеральную и медиальную.
13. При увеличении частоты раздражения поперечнополосатой мышцы, производящей максимальные одиночные сокращения, будет генерироваться гладкий тетанус, а при дальнейшем увеличении частоты – зубчатый тетанус.
14. Количество принесенного гемоглобином кислорода в тканях зависит от интенсивности протекающих в них процессов катаболизма.
15. В пищевых цепях обычно имеется по меньшей мере 7 уровней.
16. Длину пищевых цепей ограничивает потеря энергии.
17. Большую часть наземной продукции потребляют детритофаги.

18. Коралловые рифы – очень продуктивные экосистемы, но они содержат лишь небольшую часть ассимилированного в море углерода.
19. Сукцессия после вырубки леса является примером вторичной сукцессии.
20. Пожар является важным экологическим фактором, от которого зависит возобновление многих экосистем.
21. Для большинства видов наземных растений климаксовых лесов характерна высокая конкурентоспособность.
22. α -субъединица G-белка, так же как и Ras, является ГТФазой.
23. Замену ГДФ на ГТФ в активном центре G α катализируют специальные белки – факторы обмена гуаниловых нуклеотидов (GEF).
24. Основное место синтеза цитокинина у вегетирующих растений – апикальные меристемы.
25. Вхождение чужеродной ДНК в клетку не всегда для нее летально, особенно для эукариотической.
26. Трансляция всех генов одного оперона начинается в одном и том же кодоне инициации.
27. Трансляция мРНК всех генов одного и того же оперона терминируется общим STOP-кодоном.
28. Белки, кодируемые генами одного оперона, транслируются с одной общей молекулы мРНК.
29. Транскрипция каждого из экзонов индуцируется отдельным промотором.
30. Океан является буфером, стабилизирующим концентрацию CO₂ в атмосфере.

(14 баллов)

| | |
|--|-----------|
| Решение | |
| Правильные суждения: 5,8,11,14,16,17,18,19,20,22,24,25,28,30 | 14 баллов |

6Б. В таблице приведены физиологические параметры:

- 1) человека (А)
- 2) слона (Б)
- 3) летучей мыши (В)
- 4) домовый мыши (Г)
- 5) карпа (Д).

| Номер строки | Температура тела (°C) | Частота сердечной деятельности (удар/мин) | Максимальная скорость передвижения (м/с) |
|--------------|-----------------------|---|--|
| 1 | 1-30 | 30-40 | 1,5 |
| 2 | 38 | 450-550 | 3,5 |
| 3 | 31 | 500-660 | 14 |
| 4 | 36,2 | 22-28 | 11 |
| 5 | 36,6 | 60-90 | 10 |

Установите принадлежность строки параметров указанным организмам и впишите в матрицу буквенные обозначения соответствующих организмов:

| | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|
| Номер строки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Организм | | | | | |

(5 баллов)

| | |
|----------------|----------|
| Решение | |
| Д, Г, В, Б, А. | 5 баллов |

7Б. Больной, профессиональный рыбак, обратился к врачу с жалобами на общую слабость, тошноту, снижение аппетита, тупые ноющие боли в животе. При исследовании фекалий больного обнаружены фрагменты гельминта, состоящие из широких, но коротких члеников, в центре каждого членика наблюдается темное пятно в виде розетки.

Какой вид гельминта вызвал заболевание. Напишите его систематическое положение (тип, класс). Представляет ли данный больной опасность для окружающих (ответ обоснуйте).

(15 баллов)

| | |
|--|----------|
| Решение | |
| 1. Лентец широкий. | 5 баллов |
| 2. Тип Плоские черви. Класс Ленточные черви. | 5 баллов |
| 3. Данный больной не представляет опасности для окружающих, т.к. инвазионная стадия для человека плероцеркоид находится в мышцах рыб. Заражение человека происходит при употреблении в пищу свежепосоленной икры, а также сырой или полусырой (недостаточно прожаренной или проваренной) рыбы. | 5 баллов |

8Б. При исследованиях у одного ребенка обнаружен аутосомно-рецессивный ген альбинизма в длинном плече 11-ой хромосомы. А у другого ребенка обнаружена трисомия по 21-ой паре хромосом (синдром Дауна).

Объясните, какой метод исследования использовался для установления заболеваний. С какими видами мутаций связаны эти заболевания.

(16 баллов)

| | |
|---|----------|
| Решение | |
| 1. Причину заболеваний установили с помощью цитогенетического метода. | 5 баллов |
| 2. У первого ребенка альбинизм связан с возникновением генной (точковой) мутации. | 6 баллов |
| 3. У второго ребенка заболевание (синдром Дауна) вызвано геномной мутацией-некратным изменением числа хромосом (гетероплоидия). | 5 баллов |