

Поволжская открытая олимпиада школьников «Будущее медицины» 2016 год

Задания 2 этапа 9 класс

1X. Серебристо-белый вязкий металл расплывается во влажном воздухе (процесс 1). При нагревании в сухом воздухе образует два бинарных соединения (процесс 2), которые легко взаимодействуют с водой (процесс 3). Ионы металла окрашивают пламя спиртовки в кирпично-красный цвет. Наличие ионов металла необходимо для обеспечения свертываемости крови.

Смесь углерода и металла нагрели (процесс 4), затем обработали водой (процесс 5). Относительная плотность образовавшейся газовой смеси по гелию составила 2,0.

Вопросы:

- | | |
|---------------------------------------------------------|----------|
| 1. Определение металла по признакам | 3 балла |
| 2. Запишите уравнения реакций (процесс 1) | 2 балла |
| 3. Запишите уравнения реакций (процесс 2) | 2 балла |
| 4. Запишите уравнения реакций (процесс 3) | 2 балла |
| 5. Запишите уравнение реакции (процесс 4) | 1 балл |
| 6. Запишите уравнения реакций (процесс 5) | 2 балла |
| 8. Определите массовую долю металла в смеси с углеродом | 6 баллов |
- (18 баллов)**

Решение	
1. Определение металла - Кальций	3 балла
2. Процесс (1): $2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2 = 2\text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
3. Процесс (2): $3\text{Ca} + \text{N}_2 \xrightarrow{t} \text{Ca}_3\text{N}_2$ $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$	2 балла
4. Процесс (3): $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$	2 балла
5. Процесс (4): $2\text{C} + \text{Ca} \xrightarrow{t} \text{CaC}_2$	1 балл
6. Процесс (5): $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$	2 балла
<p>Расчеты:</p> <p>Количество Ca в процессе (5) – x моль</p> <p>Количество C в процессе (5) – y моль, тогда n(CaC₂)=0,5y моль.</p> <p>После взаимодействия CaC₂ с водой образуется 0,5y моль C₂H₂.</p> <p>Количество кальция в последней реакции равно (x-0,5y) моль, следовательно, количество водорода также равно (x-0,5y) моль.</p> <p>Молярная масса (средняя) газовой смеси равна 4x2,0=8 г/моль.</p> <p>Далее:</p> <p><u>1 способ</u></p> $8 = M(\text{H}_2) \cdot \varphi(\text{H}_2) + M(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot \varphi(\text{C}_2\text{H}_2)$ $8 = 2 \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{смеси})} + 26 \frac{n(\text{C}_2\text{H}_2)}{n(\text{смеси})} ; 8 = 2 \frac{x-0,5y}{x} + 26 \frac{0,5y}{x}$	6 баллов

<p>Отсюда имеем: $x=2y$, то есть металла (кальция) в 2 раза больше (по молям).</p> <p>Тогда смесь состоит из $2 \cdot 40=80$ г кальция и 12 г углерода = 92 г.</p> <p>Массовая доля кальция в смеси = $80/92=0,87$ или 87%.</p> <p>2 способ</p> <p>Количество (H_2) – x моль Количество (C_2H_2) – y моль Получаем систему уравнений: $x+y=1$ $26y+2x=8$ Отсюда $y=0,25$ моль C_2H_2, $x=0,75$ моль H_2.</p> <p>Вступило в реакцию (процесс 5) 0,75 моль кальция и 0,25 моль карбида кальция.</p> <p>В процессе (4) израсходовалось еще 0,25 моль кальция и 0,5 моль углерода.</p> <p>Следовательно, в исходной смеси было 1 моль кальция и 0,5 моль углерода.</p> <p>Масса кальция составила 40 г, а масса углерода – 6 г.</p> <p>В сумме-46 г.</p> <p>Массовая доля кальция в смеси = $40/46=0,87$ или 87%.</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

2X. Кобальтовую пластинку массой 32,9 г поместили в 20% раствор сульфата железа (III) массой 355 г. Через некоторое время пластинку извлекли, при этом массовая доля сульфата кобальта оказалась в 2 раза меньше массовой доли сульфата железа (III).

Вопросы:

- | | |
|------------------------------------------------------------|----------|
| 1. Запишите уравнение реакции | 2 балла |
| 2. Определите массу пластинки после взаимодействия | 5 баллов |
| 3. Определите массовую долю $CoSO_4$ в полученном растворе | 3 балла |

(10 баллов)

Решение	
Реакция: $Co + Fe_2(SO_4)_3 = CoSO_4 + 2FeSO_4$	2 балла
<p>Принимаем, что количество кобальта, вступившего в реакцию, X моль, тогда количество истраченного $Fe_2(SO_4)_3$ тоже X моль</p> <p>Аналогично, количество образовавшегося $CoSO_4$ – X моль.</p> <p>$M(Co)=59$ г/моль $M(Fe_2(SO_4)_3)=400$ г/моль $M(CoSO_4)=155$ г/моль</p> <p>Масса сульфата железа равна: $m(Fe_2(SO_4)_3)=0,2 \cdot 355=71$ г.</p> <p>Выражаем: $71 - 400X = 2 \cdot 155X$ $X=0,1$ моль</p> <p>Масса израсходованного кобальта $m(Co)=0,1 \cdot 59=5,9$ г.</p> <p>Следовательно, масса пластинки после взаимодействия равна:</p>	5 баллов

32,9-5,9=27 г.	
Масса образовавшегося CoSO_4 равна: $0,1 \cdot 155 = 15,5$ г. Масса истраченного кобальта равна: $0,1 \cdot 59 = 5,9$ г. Масса раствора после реакции равна: $355 + 5,9 = 360,9$ г. Массовая доля CoSO_4 в полученном растворе равна: $15,5 / 360,9 = 0,043$ или 4,3%.	3 балла

3X. Гептагидрат сульфата некоторого металла (с массовой долей металла 9,76%) имеет горький вкус и используется в медицинской практике. Некоторую массу данного кристаллогидрата растворили в 75,0 г 7,5% водного раствора сульфата того же металла (валентность меньше трех). В результате массовая доля соли увеличилась в 2 раза.

Вопросы:

- | | |
|---------------------------------------------------|---------|
| 1. Определите неизвестный металл | 3 балла |
| 2. Определите массу добавленного кристаллогидрата | 3 балла |
| 3. Определите массу конечного раствора | 3 балла |

(9 баллов)

Решение	
Запишем формулу кристаллогидрата: $\text{Me}_n\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ По условию металл может быть одно- или двухвалентным. $n = 2$ или $n = 1$. Молярная масса кристаллогидрата равна: $M + 32 + 4 \cdot 16 + 7 \cdot 18 = M + 222$ Из формулы массовой доли имеем: $9,76\% = M \cdot 100\% / (222 + M)$ $M = 24$ г/моль (это двухвалентный металл – магний), $n = 1$. Если металл – одновалентный элемент, то это соответствует углероду $A = 24/2 = 12$ г/моль, что противоречит условию задачи. Следовательно, кристаллогидрат - это $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.	3 балла
Запишем соответствие $\text{MgSO}_4 \sim \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Молярная масса MgSO_4 равна 120 г/моль, Молярная масса $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ равна 246 г/моль, $\frac{x}{120} = \frac{y}{246}$; из соответствия масса MgSO_4 в $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $x = 120y / 246 = 0,4878y$ Определим массу соли в 7,5% растворе: $m = 0,075 \cdot 75 = 5,625$ г. В результате: <u>1 способ</u> $0,15 = (5,625 + 0,4878y) / (75 + y)$ $y = 16,65$ г (масса добавленного кристаллогидрата). <u>2 способ</u> (правило «креста») Полученное выражение: $0,4878y$ означает, что массовая доля	3 балла

<p>безводного $MgSO_4$ в кристаллогидрате составляет 48,78%.</p> <p>Находим массу кристаллогидрата: $m(MgSO_4 \cdot 7H_2O)$ г - 48,78% 7,5 (массовых частей) 15%</p> <p>m (р-ра $MgSO_4$) 75 г - 7,5% 33,78 (массовых частей) Масса кристаллогидрата $m(MgSO_4 \cdot 7H_2O) = 16,65$г.</p>	
<p>Определяем массу конечного раствора: m (р-ра $MgSO_4$) = 75 + 16,65 = 91,65 г.</p>	3 балла

4X. В четырех склянках находятся бесцветные прозрачные водные растворы: дигидрофосфата аммония, нитрата цинка, карбоната натрия и нитрата натрия. Как с помощью реактивов – раствора нитрата серебра и металлического калия, а также штатива с пробирками, определить содержимое пробирок.

(13 баллов)

Вопросы

- 1) Укажите алгоритм определения веществ и запишите уравнения всех протекающих при этом реакции 13 баллов

Решение	
<p>В первую очередь из четырех склянок наливаем в четыре пробирки соответствующие растворы. Во все четыре пробирки приливаем раствор нитрата серебра. Осадок выделяется только в одной пробирке - с карбонатом натрия: $Na_2CO_3 + 2AgNO_3 = Ag_2CO_3 \downarrow + 2NaNO_3$ Обозначим её – склянка №1.</p>	3 балла
<p>Из остальные трех склянок наливаем в три пробирки соответствующие растворы. Добавляем в них металлический калий, который взаимодействует с водой, так как все растворы - водные. $2K + 2H_2O = 2KOH + H_2 \uparrow$</p>	3 балла
<p>В одной из пробирок, кроме выделения водорода, нет никаких изменений. Поэтому в этой пробирке находится $NaNO_3$. Обозначим её – склянка №2.</p>	1 балл
<p>В одной из оставшихся пробирок них сначала образуется осадок: $Zn(NO_3)_2 + 2KOH = Zn(OH)_2 \downarrow + 2KNO_3$</p>	2 балла
<p>А затем он растворяется: $Zn(OH)_2 \downarrow + 2KOH = K_2[Zn(OH)_4]$ Обозначим её – склянка №3.</p>	2 балла
<p>В четвертой пробирке чувствуется характерный запах аммиака: $NH_4H_2PO_4 + 3KOH = NH_3 \uparrow + K_3PO_4 + 3H_2O$ Обозначим её – склянка №4.</p>	2 балла

5Б. Ладонь руки человека не чувствует боли или температуры окружающей среды, но мышцы работают нормально. Какие нарушения и в структурах могли произойти у этого человека?

(15 баллов)

Решение	
1.Нарушена работа рецепторов. Рецепторы не воспринимают боль, температуру.	5 баллов
2. Нарушение функции чувствительных нейронов. Импульсы не передаются в нервный центр.	5 баллов
3.Нарушение работы нервного центра, отвечающего за переработку информации.	5 баллов

6Б. Каким механизмом обеспечивается движение крови в в одном направлении в организме человека?

(10 баллов)

Решение	
1. Работой самого сердца (при одной систоле желудочков выбрасывается 140 мл крови).	2 балла
2. Работой клапанов (створчатые и полулунные клапаны сердца и полулунные клапаны в крупных венах).	2 балла
3. Разностью кровяного давления (в аорте - 150 мм.рт.ст., в крупных артериях - 120 мм.рт.ст., в капиллярах - 30 мм.рт.ст., в венах - около 10 мм.рт.ст.).	2 балла
4. Присасывающей силой грудной клетки, возникающей при ее расширении во время вдоха.	2 балла
5. Сокращением скелетной мускулатуры нижних конечностей.	2 балла

7Б. Определите номера правильных суждений.

(10 баллов)

Вопросы:

- 1.Эпителиальные клетки делят на две группы: покровные и железистые.
- 2.У поджелудочной железы одни клетки вырабатывают пищеварительные ферменты, а другие гормоны, оказывающие влияние на углеводный обмен в организме.
- 3.Физиологическим называют раствор поваренной соли 0,9%-ной концентрации.
- 4.Во время длительного голодания при снижении уровня глюкозы в крови происходит расщепление дисахарида гликогена, имеющегося в печени.

5. Аммиак, образующийся при окислении белков, в печени превращается в менее ядовитое вещество-мочевину.
6. Всем папоротниковидным для оплодотворения нужна вода.
7. Под действием бактерий молоко превращается в кефир.
8. В период покоя процессы жизнедеятельности у семян прекращаются.
9. Моховидные являются тупиковой ветвью эволюции.
10. Для всех жгутиковых характерно наличие зеленого пигмента-хлорофилла.
11. У простейших каждая клетка - самостоятельный организм.
12. Инфузория туфелька имеет два ядра.
13. Морские гребешки передвигаются реактивным способом.
14. Приспособление к ночному образу жизни у животных выражается прежде всего в строении глаза.
15. Инвазия – заболевание, обусловленное заражением организма болезнетворными организмами.

Решение	
1,2,3,5,6,9,11,12,13,14.	10 баллов

8Б. В семье, где муж здоров, а жена незадолго до зачатия прошла диагностическое рентгеновское облучение, родилась дочь с синдромом Эдвардса (трисомия по 18 паре хромосом 47,XX+18). Определите набор хромосом в гаметах мужа и жены, участвующих в оплодотворении.

(15 баллов)

Решение	
Муж имел нормальный кариотип 46,XY и не подвергался воздействию мутагенных факторов, следовательно, типы его гамет будут 23,X и 23,Y.	4 баллов
У жены, имеющей кариотип 46,XX и подвергшейся воздействию мутагенного фактора, сформировалась яйцеклетка, имеющая 23 аутосомы и одну половую X-хромосому, т. е. всего 24 хромосомы (24,X+18).	4 баллов
В результате оплодотворения этой яйцеклетки сперматозоидом, несущим 22 аутосомы и половую X-хромосому, образовалась зигота, имеющая 47 хромосом (47,XX +18) вместо нормы 46,XX.	5 баллов
Ответ: гаметы, участвующие в оплодотворении, имели следующий кариотип: у мужа - 22 аутосомы и одну X-хромосому у жены - 23 аутосомы и одну X-хромосому	2 балла