

ЗАДАНИЯ ОЧНОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ «ПУТЬ К УСПЕХУ» ПО ХИМИИ

ЗАДАЧА 1. (10 баллов) Оксид неметалла массой 10,16 г добавили к 124 г 10,00% - ного раствора гидроксида натрия и получили раствор, в котором массовая доля средней соли равна 11,27%. Определите формулу оксида и соли. Рассчитайте массовую долю щелочи в конечном растворе.

Решение:

Пусть формула неметалла ЭО _x . В случае четной валентности неметалла реакция между NaOH и оксидом неметалла описывается следующим уравнением: (1) $2\text{NaOH} + \text{ЭO}_x \rightarrow \text{Na}_2\text{ЭO}_{x+1} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
Найдем массу конечного раствора, содержащего соль: $m_{\text{р-ра}} = 10,16 + 124 = 134,16$	1 балл
Отсюда следует, что масса соли Na ₂ ЭO _{x+1} равна $m = 134,16 \cdot 0,1127 = 15,12 \text{ г}$	1 балл
$\text{Na}_2\text{O} + \text{ЭO}_x = \text{Na}_2\text{ЭO}_{x+1}$, в процессе реакции из-за вхождения Na ₂ O в состав соли изменение массы составило $m(\text{Na}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{ЭO}_{x+1}) - m(\text{ЭO}_x) = 15,12 - 10,16 = 4,96 \text{ г.}$	1 балл
$n(\text{Na}_2\text{O}) = 4,96 : 62 = 0,08 \text{ моль}$, отсюда $n(\text{ЭO}_x) = n(\text{Na}_2\text{O}) = 0,08 \text{ моль}$	1 балл
следовательно, $M(\text{ЭO}_x) = 10,16 / 0,08 = 127$	1 балл
если $x = 2$, то $M(\text{Э}) = 95$ (такого металла нет)	1 балл
если $x = 3$, то $M(\text{Э}) = 79$. Это Se	1 балл
Найдем массовую долю NaOH в конечном растворе. К оксиду неметалла добавили 12,4 г NaOH, в реакцию вступило 0,16 моль или 6,4 г, поэтому. $n(\text{NaOH}_{\text{вступившего}}) = 2 n(\text{ЭO}_x) = 0,16 \text{ моль}$ $m(\text{NaOH}) = 0,16 \cdot 40 = 6,4 \text{ г}$ $m(\text{NaOH}_{\text{ост. в р-ре}}) = 12,4 - 6,4 = 6 \text{ г}$ $\omega(\text{NaOH}) = 6 / 134,6 = 0,0446$ (или 4,46%)	1 балл
Ответ: SeO ₃ , Na ₂ SeO ₄ , $\omega(\text{NaOH}) = 4,46\%$	1 балл
Итого:	10 баллов

ЗАДАЧА 2. (12 баллов) На кристаллическое вещество А черного цвета действовали раствором соляной кислоты. При этом выделился газ Б со специфическим запахом, раствор окрасился в зелено-синий цвет. При сгорании газа Б в избытке кислорода образуется новый газ В с резким запахом. При растворении газа В в воде, окраска метилового оранжевого становится розовой. Если через раствор газа В пропустить газ Б, выпадает осадок простого вещества Г желтого цвета. Известно, что вещество Г образуется так же при сжигании газа Б в недостатке кислорода. При нагревании смеси вещества Г с порошком металла Д образуется исходное вещество А. Вещество А входит в состав природного минерала ковеллина.

1. Назовите вещества А, Б, В, Г, Д и приведите их химические формулы.
2. Запишите уравнения всех реакций, описанных в тексте задачи. Для окислительно-восстановительных реакций составьте схемы электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.

Решение:

1. Названы вещества А, Б, В, Г, Д и приведены их химические формулы: А – Cr ₂ S ₃ - сульфид меди (II), Б – H ₂ S - газ сероводород, В – SO ₂ - оксид серы (IV), Г – сера (S), Д – хром (Cr)	3 балла
Составлены уравнения реакций, описанных в тексте: 1) Cr ₂ S ₃ +6HCl→ 2CrCl ₃ +3H ₂ S↑	1 балл
2) 2H ₂ S↑+3O ₂ →2SO ₂ +2H ₂ O $\begin{array}{ l l l} \hline S^{-2} - 6e \rightarrow S^{+4} & 2 & \text{Окисляется, восстановитель} \\ \hline O_2^0 + 4e \rightarrow 2O^{-2} & 3 & \text{Восстанавливается, окислитель} \\ \hline \end{array}$	2 балла
3) SO ₂ +H ₂ O↔H ₂ SO ₃	1 балл
4) 2H ₂ S↑+SO ₂ →3S+2H ₂ O $\begin{array}{ l l l} \hline S^{-2} - 2e \rightarrow S^0 & 2 & \text{Окисляется, восстановитель} \\ \hline S^{+4} + 4e \rightarrow S^0 & 1 & \text{Восстанавливается, окислитель} \\ \hline \end{array}$	2 балла
5) 2H ₂ S↑+O ₂ →2S+2H ₂ O $\begin{array}{ l l l} \hline S^{-2} - 2e \rightarrow S^0 & 2 & \text{Окисляется, восстановитель} \\ \hline O_2^0 + 4e \rightarrow 2O^{-2} & 1 & \text{Восстанавливается, окислитель} \\ \hline \end{array}$	2 балла
6) 3S+2Cr→ Cr ₂ S ₃	1 балл
Итого:	12 баллов

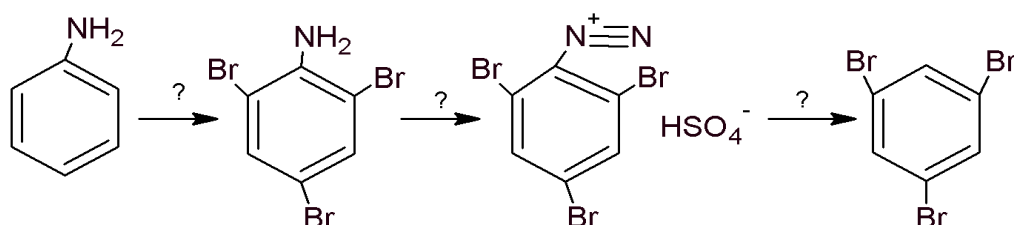
ЗАДАЧА 3. (12 баллов) 56,0 л смеси азота и водорода (относительная плотность по водороду равна 3,6) пропустили над нагретой платиной. После этого плотность газовой смеси по водороду стала равна 4,5. Образовавшуюся смесь пропустили через раствор кислоты. Рассчитать, на сколько увеличилась масса раствора кислоты и выход аммиака от теоретически возможного..

Решение:

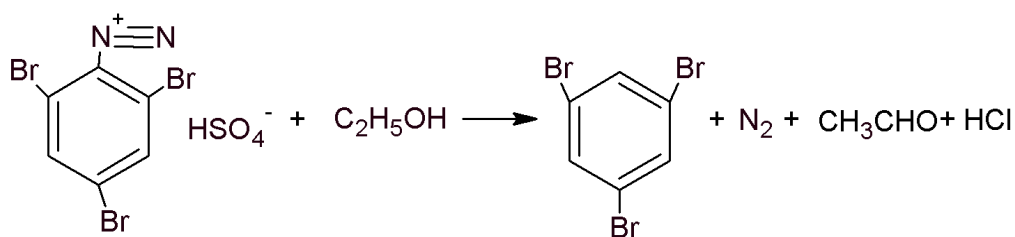
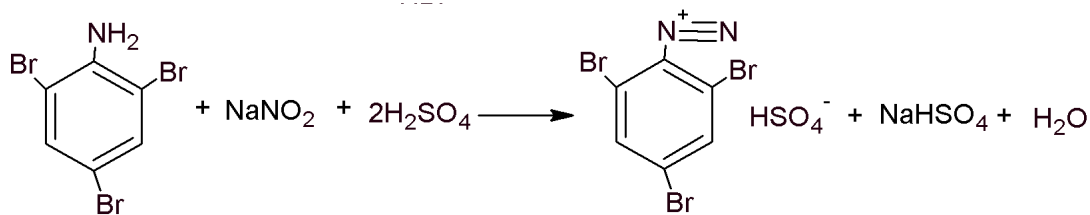
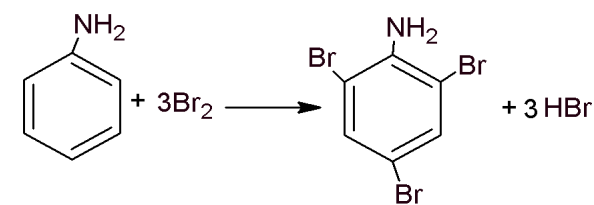
Молярная масса смеси равна: M ₁ =2D(H ₂)=7,2 г/моль Пусть объем азота равен x, тогда объем водорода равен (56-x)	1 балл
Количество вещества азота и водорода равно: $\begin{array}{l} v_1(N_2)=x/22,4; \quad v_1(H_2)=(56-x)/22,4; \\ m_1(N_2)=28x/22,4=1,25x; \quad m_1(H_2)=2(56-x)/22,4 \end{array}$	2 балла
v ₂ (смеси)=56:22,4=2,5 тогда M ₁ =(1,25x+2(56-x)/22,4)/2,5=7,2 x=11,2 л – это объем азота в исходной смеси; тогда объем водород в исходной смеси равен 44,8 л.	2 балла
$N_2+3H_2 \rightarrow 2NH_3$ Пусть объем образовавшегося аммиака равен y л, тогда объем прореагировавшего водорода равен 1,5y л, а объем прореагировавшего азота равен 0,5y л. Оставшийся объем водорода равен (44,8-1,5y) л, а оставшегося азота – (11,2-0,5y) л.	2 балла
Объем оставшейся смеси равен: V(смеси) = y+44,8-1,5y+11,2-0,5y = (56-y) л. Молярная масса полученной смеси равна M ₂ = 2D(H ₂) = 9 г/моль, тогда получаем: [17y+2(44,8-1,5y)+28(11,2-0,5y)]/(56-y)=9 y=11,2 л – это объем аммиака.	2 балла
По уравнению реакции объем азота относится к объему водорода как 1:3, а по условию 11,2:44,8 = 1:4, следовательно, водород находится в избытке. По уравнению реакции теоретический объем аммиака в два раза больше объема азота, т.е. 22,4 л, тогда выход аммиака равен φ=11,2 /22,4=0,5 или 50%.	2 балла

$n\text{NH}_3 + \text{H}_n\text{X} = (\text{NH}_4)_n\text{X}$, отсюда изменение массы раствора кислоты равно массе образовавшегося аммиака Найдем количество вещества аммиака: $\nu(\text{NH}_3) = 11,2 : 22,4 = 0,5$ моль, тогда масса аммиака равна $m(\text{NH}_3) = 0,5 \cdot 17 = 8,5\text{г}$	1 балл
Итого:	12 баллов

ЗАДАЧА 4. (6 баллов) Осуществите следующие превращения.
Укажите условия протекания реакций:



Решение:



по 2 балла за каждое уравнение реакции

ЗАДАЧА 5. (20 баллов) В пяти пронумерованных пробирках находятся в растворах: ацетон, глюкоза, крахмал, муравьиная кислота и хлороформ. Распознайте эти вещества опытным путём. Опишите предполагаемые наблюдения и подтвердите их уравнениями реакций.

10 – баллов (за каждую установленную экспериментальным путем формулу вещества 2 балла).

10 – баллов (за каждую приведенную реакцию по идентификации исследуемого вещества 2 балла).