

## 9 класс 1 задание

### Неорганическая и общая химия 15 б

Корунд сплавили с коксом в присутствии азота. Твердый продукт реакции подвергли щелочному гидролизу. Образующееся газообразное вещество смешали с газом, плотность которого по воздуху составляет 0,965. Полученная газообразная смесь при давлении 105,4 кДж и 25 °С занимает объем 7,05 л и имеет массу 6,2 г. Смесь пропустили через 280 г раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей кислоты равной 0,049. Определите массовые доли веществ в растворе после реакции. Назовите полученные продукты.

Элемент ответа	Баллы
1) $Al_2O_3 + 3C + N_2(спл.) = 2AlN + 3CO$ $AlN + NaOH + 3H_2O = Na[Al(OH)_4] + NH_3$	1 б
2) $M(газа) = M_{везд.} \cdot D_{везд.} = 0,965 \cdot 29 = 28 \text{ г/моль}$ Газ - азот	1 б
3) $PV/T = P_0V_0/T$ $V_0 = PVT_0/P_0T$ $V_0 = 105,4 \cdot 7,05 \cdot 273 / 101,3 \cdot 298 = 6,72 \text{ л}$	1 б
4) $v(смеси) = V/V_m = 6,72 / 22,4 = 0,3 \text{ моль}$ Пусть $v(N_2) = x \text{ моль}$ , $v(NH_3) = y \text{ моль}$ $28x + 17y = 6,2$ $x + y = 0,3$ $y = 0,2 \text{ моль}$ $x = 0,1 \text{ моль}$	1 б
5) $m(H_3PO_4) = m_{р-ра} \cdot w = 280 \cdot 0,049 = 13,72 \text{ г}$ $v(H_3PO_4) = m/M = 13,72 / 98 = 0,14 \text{ моль}$	1 б
6) $NH_3 + H_3PO_4 = NH_4H_2PO_4$	1 б
7) $NH_3$ в избытке, значит избыток взаимодействует дальше с кислой солью с образованием гидроортофосфата аммония $0,2 - 0,14 = 0,06 \text{ моль}$	1 б
8) $NH_4H_2PO_4 + NH_3 = (NH_4)_2HPO_4$	1 б
9) $v(NH_4H_2PO_4) = 0,14 - 0,06 = 0,08 \text{ моль}$	1 б
10) $v(NH_4H_2PO_4)_{образ.} = 115 \cdot 0,08 = 9,2 \text{ г}$	1 б
11) $m(NH_4)_2HPO_4)_{образ.} = 132 \cdot 0,06 = 7,92 \text{ г}$	1 б
12) $m_{р-ра} = 280 + 0,2 \cdot 17 = 283,4 \text{ г}$	1 б
13) $w(NH_4H_2PO_4) = 9,2 / 283,4 = 0,0325 (3,25\%)$	1 б
14) $w(NH_4)_2HPO_4) = 7,92 / 283,4 = 0,0279 (2,79\%)$	1 б
15) $NH_4H_2PO_4$ дигидроортофосфат аммония, $(NH_4)_2HPO_4$ гидроортофосфата аммония	1 б



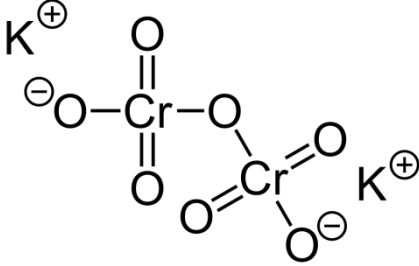
## 9 класс 2 задание

### Химия элементов 15 б

Неизвестное вещество **А** массой 1,5 г, образовавшееся при взаимодействии оранжевого вещества **Б** с концентрированной серной кислотой, вступило в реакцию с газообразным веществом **В**, образовавшимся при гидролизе нитрида кальция массой 1,85 г. В результате образовалось твердое вещество **Г**. Также известно, что раствор вещества **Б** при взаимодействии с раствором каустической соды изменяет окраску на желтую. Вещество **Б** содержит ион, объединяющий селитру, сильвинит и поташ. Полученное вещество **Г** сплавляли с избытком едкого натра. Затем реакционную смесь обработали раствором серной кислоты. Выход продуктов реакции составил 75%. При дальнейшем выпаривании раствора образовался кристаллогидрат черно-фиолетового цвета с содержанием воды 35,53%. Определите формулу кристаллогидрата. Какую массу кристаллогидрата можно выделить из этого раствора?

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, установите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г** и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин). Для вещества **Б** составьте структурную формулу вещества.

Элемент ответа	Баллы
$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_{4(конц.)} = 2CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O$	1 б
$K_2Cr_2O_7 + 2NaOH = K_2CrO_4 + Na_2CrO_4 + H_2O$	1 б
$Ca_3N_2 + 6H_2O = 3Ca(OH)_2 + 2NH_3$	1 б
$2CrO_3 + 2NH_3 = Cr_2O_3 + N_2 + 3H_2O$	1 б
$Cr_2O_3 + NaOH_{ТВ. (спл.)} = 2NaCrO_2 + H_2O$	1 б
$2NaCrO_2 + 4H_2SO_{4(разб.)} = Cr_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + 4H_2O$	1 б
Запись необязательна: $Cr_2(SO_4)_3 + xH_2O = Cr_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$	1 б
$v(Cr_2O_3) = m/M = 1,5/100 = 0,015$ моль	1 б
$v(Ca_3N_2) = m/M = 1,85/148 = 0,0125$ моль	1 б
$v(NH_3) = 2 v(Ca_3N_2) = 0,025$ моль	1 б
$v(NH_3) : v(Cr_2O_3) = 0,025/2 : 0,015/2$ ; NH <sub>3</sub> – в избытке	1 б
$v(NaCrO_2) := 2v(Cr_2O_3) = 0,03$ моль	1 б
$v(Cr_2(SO_4)_3)_{теор.} = 1/2 v(NaCrO_2) = 0,015$ моль $v(Cr_2(SO_4)_3)_{практ.} = 0,75 \cdot 0,015 = 0,01125$ моль	1 б
Формула кристаллогидрата $Cr_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ $W_{(H_2O)} = 18x/18x + 392$ $X = 12$	1 б

$\nu(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,01125 \text{ моль}$	
$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \nu \cdot M = 0,01125 \cdot 608 = 6,84 \text{ г}$	1 б
	1 б

## 9 класс 3 задание

### Химия элементов 10б

Удобрения играют важную роль в регулировании пищевого режима растений. Они улучшают качество почвы и в значительной степени повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Издревле люди пытались получить хороший урожай и прибегали к различным ухищрениям. Так как же получали «первые» удобрения? При перегнивании органических остатков, и навоза образовывался аммиак, который, по мере накопления в прослойках из соломы, подвергался нитрификации и превращался вначале в азотистую, а затем в азотную кислоту. Последняя, взаимодействуя с известняком, давала соль. В водный раствор добавляли древесную золу, которая в основном состоит из поташа. В результате этих нехитрых превращений получалось самое настоящее удобрение, применяющееся и по сей день. **(Запишите уравнения описанных превращений)**

Степень накопления добавок в растениях зависит от особенностей сельскохозяйственных культур, условий минерального питания и почвенно-экологических факторов. Польза и вред любых веществ зависит от дозы. Это справедливо по отношению к витаминам, минералам и другим важным нутриентам (биологически значимым элементам). С ионами, содержащимися в продуктах питания такая же ситуация. Главное, чтобы содержание ионов в воде, растениеводческой продукции, других продуктах питания не превышало допустимые пределы.

Представим, что Вы съели огурец массой 150 г с содержанием нитратов 128 мг/кг. **Сколько ионов  $\text{NO}_3^-$  будет содержаться в капле вашей крови (объем принять равным 0,01 мл), если все ионы перешли в кровь?** Объем крови в теле человека принять за 4,5 л.

Элемент ответа	Баллы
$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2$ $3 \text{HNO}_2 = \text{HNO}_3 + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	3 б
128 мг/кг – 0,128 г/кг $\nu(\text{NO}_3^-) = 0,128/62 = 0,002$ моль	2 б
В 150 г огурца будет содержаться: $\nu(\text{NO}_3^-) = 0,15 \cdot 0,002 = 0,0003$ моль	2 б
В 4,5 л крови содержится 450 000 капель	3 б

В 1 капле содержится:

$$v(\text{NO}_3^-) = 0,0003 / 450\,000 = 6,7 \cdot 10^{-10} \text{ моль}$$

$$\text{В одной капле } N(\text{NO}_3^-) = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 6,7 \cdot 10^{-10} = 4,03 \cdot 10^{14} \text{ ионов}$$

## 9 класс 4 задание

### Электрохимия 10б

Юный химик Иван решил удивить своих друзей и наполнить воздушные шарики самым легким газом. Прочитав в учебнике о реакциях электролиза Иван достал из 2 карандашей стержни, нашел источник тока и провода. В качестве рабочего раствора Иван выбрал медный купорос, растворив 2,5 г голубых кристалликов в воде. Собрав всю установку, Ваня был удивлен, что на катоде не происходит выделение газа, а оседает простое вещество красного цвета.

1. Определите какой газ хотел получить электролизом Ваня? Объясните свои рассуждения; (2б)
2. Что за вещество выделилось на катоде? Приведите уравнение процесса электролиза и обоснуйте выделение именно таких продуктов на электродах; (3б)
3. Рассчитайте сколько грамм простого вещества образовалось на катоде? Сколько на аноде? Считайте, что реакция протекает до конца; (2б)
4. Приведите пример соли, используемой в быту, и напишите уравнение реакции электролиза ее водного раствора, в результате которого Иван получил бы желаемый газ. Ответ обоснуйте. (3б)

### Решение

1. Ваня хотел получить водород  $H_2$ . Т.к этот элемент стоит первым в таблице Менделеева, он имеет самую маленькую атомную массу, следовательно простое вещество, образуемое им, является самым легким газом.
2. На катоде в процессе электролиза выделилась медь, т.к медь в ряду напряжений металлов находится правее водорода, является неактивным металлом и выделяется на катоде именно она. На аноде выделяется кислород, т.к  $SO_4^{2-}$  - кислородсодержащий кислотный остаток. Общее уравнение электролиза имеет вид:  
$$CuSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Cu + 2H_2SO_4 + O_2$$
3.  $n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) / M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 2,5 \text{ г} / 250 \text{ г/моль} = 0,01 \text{ моль}$   
 $n(Cu) = n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 0,01 \text{ моль}$   
 $m(Cu) = M \cdot n = 64 \text{ г/моль} \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,64 \text{ г}$   
 $n(O_2) = 1/2 n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 0,005 \text{ моль}$   
 $m(O_2) = M \cdot n = 32 \text{ г/моль} \cdot 0,005 \text{ моль} = 0,16 \text{ г}$

4. Хлорид натрия NaCl. Натрий в ряду напряжений металлов стоит левее водорода, является очень активным металлом, на катоде выделяется водород. Общее уравнение электролиза имеет вид:

