

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»
Очный тур
2015-2016 учебный год

9 класс



I. Задача про коэффициенты реакций (20 баллов).

Завершите уравнения окислительно-восстановительных реакций, указав их продукты и расставив стехиометрические коэффициенты:

1. $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow$
2. $\text{CrO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
3. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)} \rightarrow$
4. $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \text{ (разб.)} \rightarrow$
5. $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
6. $\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
7. $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
8. $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
9. $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
10. $\text{Te} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$



II. Задача про топливо для Валькирии (20 баллов).

В 1950-е годы военно-воздушные силы США начали разработку высотного сверхзвукового бомбардировщика, конструкция которого была спроектирована под особое топливо. В 1964 году первый из двух опытных образцов самолета, получившего название *XB-70 Valkyrie*, совершил свой первый полет, и, выполнив 33 опытных полета, в 1969 году ушёл на покой и перелетел в Национальный музей ВВС США на базе ВВС Райт-Паттерсон (второй самолет разбился в 1966 году, столкнувшись с истребителем сопровождения). За пять лет полетов пилоты и аэродромная служба успели окрестить Валькирии «зелеными драконами» из-за ярко-зеленого пламени, вырывающегося из сопел работающих двигателей этого самолета.

Теперь представим, что химику попал в руки образец топлива Валькирии (назовем его *топливо X*), и он, выяснив, что это топливо представляет собой индивидуальное вещество, а не смесь, решил установить его строение.

При комнатной температуре **топливо X** представляет собой бесцветную жидкость с кисловатым запахом, кипящую при 61 °С. При 100 °С и нормальном атмосферном давлении плотность паров **топлива X** составляет 2,06 г/л, правда, работать с **топливом X** при такой температуре опасно – оно самовоспламеняется на воздухе.

Единственными продуктами сгорания 6,3 г **топлива X** в кислороде (или на воздухе) являются 8,1 г воды и 17,4 г твердого оксида **A**, содержащего 68,94% кислорода (по массе). С горячим водяным паром **топливо X** реагирует с выделением водорода и образованием кислоты **B**, генетически связанной с оксидом **A**.

?1. Определите молекулярную формулу **топлива X**.

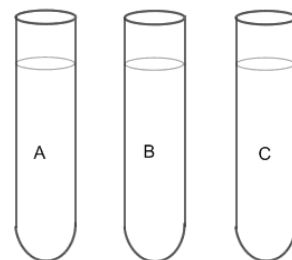
?2. Запишите уравнение реакции **топлива X** с кислородом и водяным паром.

Простейшим представителем класса соединений называется вещество с наименьшей молекулярной массой и особенностями строения, позволяющими относить это соединение к данному классу.

?3. Запишите молекулярную формулу простейшего представителя класса соединений, к которому относится **топливо X**.

?4. Объясните, с чем может быть связана высокая реакционная способность **топлива X** в реакциях с кислородом и водой.

?5. Если вы определили формулу **топлива X** правильно, то видите, что эта формула не совсем соответствует традиционным представлениям о валентности, однако для одного элемента, входящего в состав **топлива X**, такой случай – распространенное явление. Предложите объяснение этому факту.



III. Задача про три пробирки с солями (20 баллов).

В трех пробирках – **A**, **B** и **C** – содержатся одинаковые количества (в молях) трех солей одного щелочного металла **M**. Известно, что эти соли – нитрат, хлорид и сульфат. Масса соли в пробирке **A** равна 13,55 г, в пробирке **B** – 10,00 г и в пробирке **C** – 23,36 г.

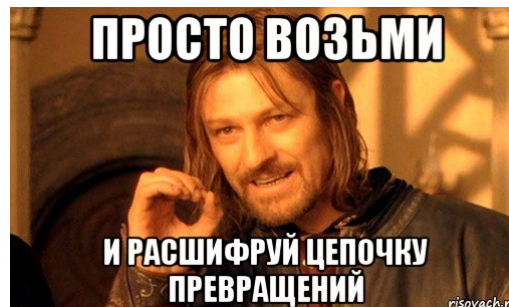
?1. Есть ли разница (для химии) в форме записи массы вещества 10,00 г и 10 г, если такая разница есть – в чем она состоит?

?2. Определите, какая соль (нитрат, сульфат или хлорид) содержится в каждой пробирке.

?3. С помощью расчета определите, соли какого щелочного металла содержатся в пробирках **A–C**.

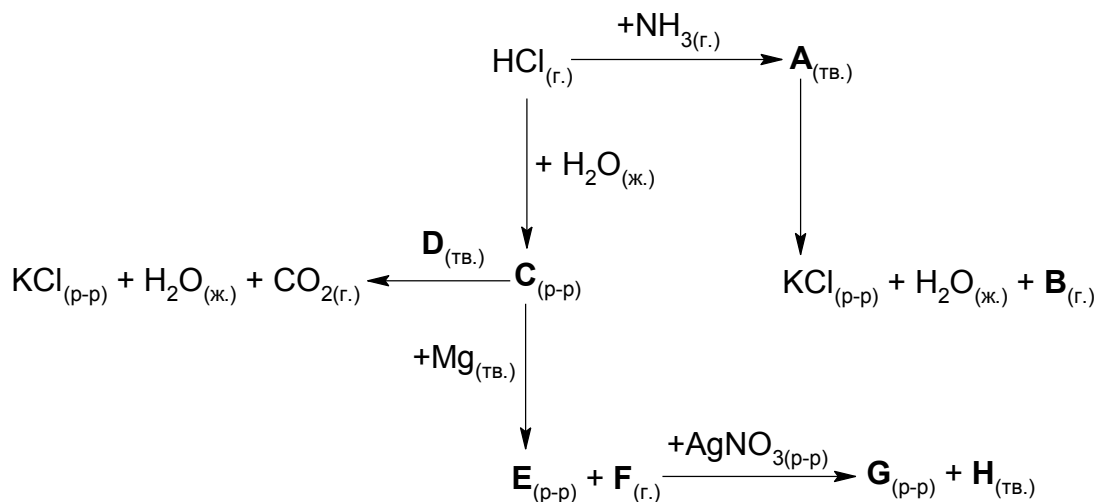
?4. Запишите уравнение реакции, протекающей при прокаливании нитрата этого щелочного металла (если вы не определили металл, можете записать обобщенную формулу нитрата).

?5. В какой цвет будет окрашивать пламя: а) образец высокочистого хлорида металла **M** с чистотой 99,9999%; б) образец технического хлорида металла **M** с чистотой 95%?

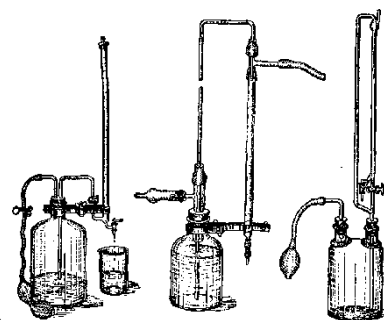


IV. Задача про цепочку превращений (20 баллов).

Расшифруйте реакции, уравнения которых приведены на схеме (в схеме не указаны стехиометрические коэффициенты).




- ?1. Определите вещества А–Н, запишите их формулы и названия.
- ?2. Запишите уравнения описанных реакций со стехиометрическими коэффициентами.



V. Задача про количественный анализ смеси кислот (20 баллов).

Раствор А, содержащий соляную, серную и азотную кислоту, полностью нейтрализовали раствором, содержащим 44,0 г NaOH. После нейтрализации раствор разделили на две равные части – растворы В и С. Обработка раствора В избытком водного раствора хлорида бария приводит к образованию 3,50 г осадка. Обработка разбавленного в 20 раз раствора С избытком водного раствора нитрата серебра позволяет получить 5,00 г осадка.

- ?1. Запишите уравнения упомянутых в условии задачи реакций.
- ?2. Рассчитайте количество (в единицах массы) серной и соляной кислот в растворе А.
- ?3. Рассчитайте количество (в единицах массы) азотной кислоты в растворе А.

		I	Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева										VII	VIII							
1		H 1,00794 водород											(H)	2 He 4,002602 гелий		 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.					
2		Li 3 6,941 литий	Be 4 9,01218 бериллий	5 B 10,811 бор	6 C 12,011 углерод	7 N 14,0067 азот	8 O 15,9994 кислород	9 F 18,998403 фтор	10 Ne 20,179 неон												
3		Na 11 22,98977 натрий	Mg 12 24,305 магний	13 Al 26,98154 алюминий	14 Si 28,0855 кремний	15 P 30,97376 фосфор	16 S 32,066 сера	17 Cl 35,453 хлор	18 Ar 39,948 аргон												
4		K 19 39,0983 калий	Ca 20 40,078 кальций	Sc 21 44,95591 скандий	Ti 22 47,88 титан	V 23 50,9415 ванадий	Cr 24 51,9961 хром	Mn 25 54,9380 марганец	Fe 26 55,847 железо	Co 27 58,9332 кобальт	Ni 28 58,69 никель										
5		Rb 37 85,4678 рубидий	Sr 38 87,62 стронций	Y 39 88,9059 иттрий	Zr 40 91,224 цирконий	Nb 41 92,9064 ниобий	Mo 42 95,94 молибден	Tc 43 [98] технеций	Ru 44 101,07 рутений	Rh 45 102,9055 родий	Pd 46 106,42 палладий										
6		Cs 55 132,9054 цезий	Ba 56 137,33 барий	La* 57 138,9055 лантан	Hf 72 178,49 гафний	Ta 73 180,9479 тантал	W 74 183,85 вольфрам	Re 75 186,207 рений	Os 76 190,2 осмий	Ir 77 192,22 иридий	Pt 78 195,08 платина										
7		Fr 87 [223] франций	Ra 88 [226] радий	Ac** 89 [227] актиний	Rf 104 [261] резерфордий	Db 105 [262] дубний	Sg 106 [263] сигборгий	Bh 107 [262] борий	Hs 108 [265] гасий	Mt 109 [266] майгнерий	Ds 110 [271] дармштадтий										
11		Rg 111 [272] рентгений	Uub 112 [285] унубий	(Uut) 113 [] унунтрий	Uuq 114 [287] унунквадий	(Uup) 115 [] унунпентий	Uuh 116 [292] унунгексий	(Uus) 117 [] унунсептий	Uuo 118 [293] унуноктий												

* Лантаноиды

Ce 58 140,12 церий	Pr 59 140,9077 празеодим	Nd 60 144,24 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,36 самарий	Eu 63 151,96 европий	Gd 64 157,25 гадолиний	Tb 65 158,9254 тербий	Dy 66 162,50 диспрозий	Ho 67 164,9304 гольмий	Er 68 167,26 эрбий	Tm 69 168,9342 тулий	Yb 70 173,04 иттербий	Lu 71 174,967 лютеций
--------------------------	--------------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

** Актиноиды

Th 90 232,0381 торий	Pa 91 [231] протактиний	U 92 238,0289 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] амерций	Cm 96 [247] курий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калфорний	Es 99 [252] эйпштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобеллий	Lr 103 [260] луэренсий
----------------------------	-------------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	-----------------------------	------------------------------

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
 активность металлов уменьшается →

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	Н	Н	
F ⁻	Р	М	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Р	Р	–	Н	Р	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р	
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	М	Р	Р	
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	Н	Н	Н	М	Р	
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	–	–	–	Н	–	–	Н	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	
HS ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	?	–	Н	?	Н	Н	?	М	Н	Н	Н	?	?	
HSO ₃ ⁻	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	–	Н	Р	Р	Р	
HSO ₄ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	–	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	Н	?	?	
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	
NO ₂ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	Р	М	?	?	М	?	?	?	?	
PO ₄ ³⁻	Р	Н	Р	Р	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	
HPO ₄ ²⁻	Р	?	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	?	?	Н	?	?	?	?	?	?	?	?	М	Н	
H ₂ PO ₄ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	Р	?	?	?	?	?	?	?	–	?	?	
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	–	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н	?	Н	
HCO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	Р	?	
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	Р	–	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	
SiO ₃ ²⁻	Н	Н	Р	Р	?	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	?	?	?	Н	Н	?	?	Н	?	?	

“Р” – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O)

“М” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

“Н” – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

“–” – в водной среде разлагается

“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений