



51-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2012-2013 уч. года

Решения заданий по химии

9 класс

Задание 1. (Автор Емельянов В.А.)

1. При заполнении кроссворда нам помогут общие знания об окружающих нас предметах, их составе и роли химических элементов в жизни человека. Там, где возможны варианты, нам поможет количество букв (1 - медь или алюминий), метод исключения (3 - кремний или водород), здравый смысл (8 - серебро или платина), а также необходимость получить в одном из столбцов известное ключевое слово.

2. Полный правильный ответ на этот вопрос – единственный, однако следует иметь в виду, что при ответе на каждый пункт возможны варианты, каждый из которых следует засчитывать (но одно уравнение и один элемент засчитываются только один раз):

а) Подходят элементы, проявляющие валентность IV, т.е. это элементы IV группы и сера: **C, Si, S, Pb**;

б) Элемент, образующий простое вещество с двухатомной молекулой, в атмосфере которого горит фосфор – только **O**;

в) Металл с валентностью I, дающий нерастворимый хлорид, в таблице растворимости только один – **Ag**;

г) Подходят элементы, проявляющие валентность II, т.е. **Cu, C, Fe, Pb**;

д) Смешанные оксиды такого состава есть у **Fe и Pb**;

е) Из перечисленных элементов нерастворимый сульфат с валентностью II имеет только **Pb**;

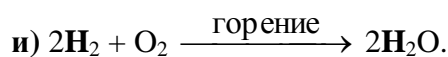
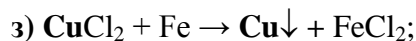
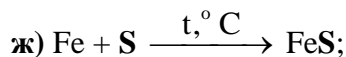
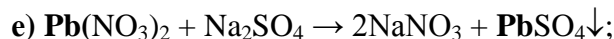
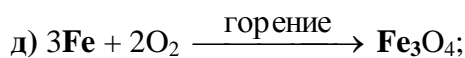
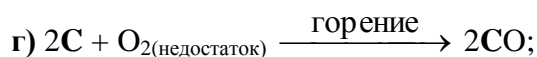
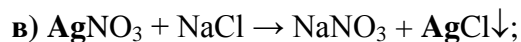
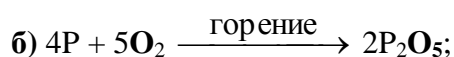
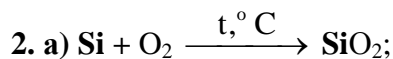
ж) Неметаллом, не образующим двухатомных молекул, является только **S**;

з) Подходят металлы, проявляющие валентность II, расположенные в ряду напряжений правее Fe: **Cu, Pb**;

и) Элемент, образующий простое вещество с двухатомной молекулой, образующий оксид с валентностью I, – только **H**.

Поскольку Si оказался только в пункте а); в пункте е) только Pb; в пункте ж) только S и т.д., методом исключения получаем единственный полностью верный ответ:

1.				М	Е	Д	Б	
	У	Г	Л	Е	Р	О	Д	
К	Р	Е	М	Н	И	Й		
		В	О	Д	О	Р	О	Д
			С	Е	Р	А		
	К	И	С	Л	О	Р	О	Д
	Ж	Е	Л	Е	З	О		
	С	Е	Р	Е	Б	Р	О	
			С	В	И	Н	Е	Ц



Ключевое слово – Менделеев, автор Периодической системы химических элементов

Система оценивания:

1. Названия элементов 1 б * 9, слово 1 б, связь слова с элементами 1 б 9 б + 1 б + 1 б = 11 б;

2. Уравнение реакции, подходящее для элемента 1 б * 9 = 9 б;

Всего 20 баллов

Задание 2. (Авторы Конев В.Н., Емельянов В.А.)

1. Уравнения реакций: $C + H_2O = CO + H_2$ [1]; $CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$ [2];

$2NaCl + 2H_2O = 2NaOH + H_2 + Cl_2$ [3], $2H_2O = 2H_2 + O_2$ [4]; $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ (реакция сдвига).

2. $C_2H_4 + H_2O = C_2H_5OH$ [5].

3. Бензин: $C_8H_{18} + 12,5O_2 = 8CO_2 + 9H_2O$. $Q_{сгор.} = 9Q_{обр.}(H_2O) + 8Q_{обр.}(CO_2) - Q_{обр.}(C_8H_{18}) - 12,5Q_{обр.}(O_2) = 9*242 + 8*394 - 208 - 12,5*0 = 2178 + 3152 - 208 - 0 = 5122$ кДж/моль.

Водород: $H_2 + 0,5O_2 = H_2O$. $Q_{сгор.}(H_2) = Q_{обр.}(H_2O) = 242$ кДж/моль.

Если коэффициенты и тепловые эффекты для C_8H_{18} и H_2 в 2 раза больше, то это верные ответы.

Этанол: $C_2H_5OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$. $Q_{сгор.} = 3Q_{обр.}(H_2O) + 2Q_{обр.}(CO_2) - Q_{обр.}(C_2H_5OH) = 3*242 + 2*394 - 235 = 726 + 788 - 235 = 1279$ кДж/моль.

Биодизель: $C_{19}H_{36}O_2 + 27O_2 = 19CO_2 + 18H_2O$. $Q_{сгор.} = 18Q_{обр.}(H_2O) + 19Q_{обр.}(CO_2) - Q_{обр.}(C_{19}H_{36}O_2) = 18*242 + 19*394 - 1304 = 4356 + 7486 - 1304 = 10538$ кДж/моль.

4. Бензин (октан): $n(C_8H_{18}) = 1000(см^3)*0,703(г/см^3)/114(г/моль) \approx 6,17$ моль, тепла при сгорании выделится $Q(C_8H_{18}) = 5122*6,17 = 31602,74$ кДж $\approx 31,6$ МДж.

Водород: $n(H_2) = 1000(см^3)*0,07(г/см^3)/2(г/моль) = 35$ моль, тепла при сгорании выделится

$Q(H_2) = 242*35 = 8470$ кДж $\approx 8,5$ МДж.

Спирт: $n(C_2H_5OH) = 1000(см^3)*0,789(г/см^3)/46(г/моль) \approx 17,15$ моль, тепла при сгорании выделится

$Q(C_2H_5OH) = 1279*17,15 = 21934,85$ кДж $\approx 21,9$ МДж.

Биодизель: $n(C_{19}H_{36}O_2) = 1000(см^3)*0,879(г/см^3)/296(г/моль) \approx 2,97$ моль, тепла при сгорании выделится $Q(C_{19}H_{36}O_2) = 10538*2,97 = 31297,86$ кДж $\approx 31,3$ МДж.

5. Для поездки из Новосибирска до Москвы потребуется $10л*3500км/100км = 350$ л бензина, т.е. на эту поездку потребовалось $31,6$ МДж*350 = 11060 МДж энергии. Тогда водорода понадобится $11060/8,5 = 1301$ л, спирта $11060/21,9 = 505$ л, биодизеля $11060/31,3 = 353$ л.

Система оценивания:

1. Уравнения реакций 1 б * 5 5 б;
2. Уравнение реакции 1 б 1 б;
3. Уравнения реакций 1 б * 4, расчет эффектов 1 б * 4 4 б + 4 б = 8 б;
4. Расчет количества 0,5 б * 4, теплоты на литр 0,5 б * 4 2 б + 2 б = 4 б;
5. Расчет объема топлива 3 * 0,5 б, наименьший объем у бензина 0,5 б 2 б;
Всего 20 баллов

Задание 3. (Автор Емельянов В.А.)

1. Формулы соединений металла **М**, производимых на заводе: нитрит – MNO_2 , нитрат – MNO_3 , сульфат – M_2SO_4 , гидросульфат – $MHSO_4$, хлорат – $MClO_3$, перхлорат – $MClO_4$, фторид – MF , гидроксид – MOH , дигидрофосфат – MH_2PO_4 , перманганат – $MMnO_4$.

2. Медь – красная, золото - желтое. благородным металлом является золото, следовательно, **М** имеет желтый цвет. Цвет всех остальных металлов обычно характеризуют как серебристо-серый.

3. Устойчивый атом с массой с 137 легко обнаруживается в ПС – это барий. Соответственно, **М**, предшествующий барию в ПС, – это цезий, представляющий семейство щелочных металлов.

4. Уравнения реакций: $Cs + O_2 = CsO_2$ (9 кл можно Cs_2O); $2Cs + 2H_2O = 2CsOH + H_2\uparrow$;

$2Cs + 2HCl = 2CsCl + H_2\uparrow$; $2Cs + Br_2 = 2CsBr$; $2Cs + S = Cs_2S$; $2Cs + H_2 = 2CsH$; $2Cs + I_2 = 2CsI$;

$4Cs + SiO_2 = 2Cs_2O + Si$ (недостаток песка) или $4Cs + 3SiO_2 = 2Cs_2SiO_3 + Si$ (избыток песка).

5. Минимальное содержание **М** в поллуците будет при $x=0,5$, максимальное – при $x=0,7$. Посчитаем массовую долю **М** в минерале при разных x , т. е. отношение массы **М** к молярной массе: $\omega = 133x/(133x + 23(1-x) + 27 + 2*28 + 6*16 + 18) = 133x/(110x + 220)$. Для $x = 0,5$ получаем $\omega_{min} = 0,242$, для $x = 0,7$ получаем $\omega_{max} = 0,313$. Минимальное значение массы металла **М**, содержащегося в 3 т поступившего на завод поллуцита $0,242*3 = 0,726$ т или **726 кг**, максимальное $0,313*3 = 0,939$ т или **939 кг**.

Система оценивания:

1. Формулы соединений по 0,5 б	0,5 б * 10 = 5 б;
2. Металлы 0,5 б * 2, цвета 0,5 б * 4	1 б + 2 б = 3 б;
3. Цезий 1 б, щелочные металлы 1 б	1 б + 1 б = 2 б;
4. Уравнения реакций по 1б	1б * 8 = 8 б;
5. Расчет значений массы по 1б	1б * 2 = 2 б;
Всего	20 баллов

Задание 4. (Авторы Задесенец А.В., Емельянов В.А.)

1. Формулы названных веществ: Cl_2 , KMnO_4 , HCl , H_2SO_4 . Через склянку с концентрированной серной кислотой хлор пропускают, чтобы избавиться от паров воды, «высушить» хлор.

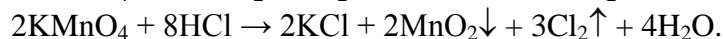
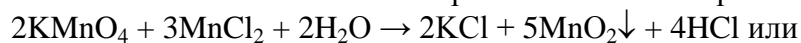
2. Дашу и Гошу сначала удивило отклонение полученных цифр от реальной молярной массы хлора. А, сверив ответы, поразились они тому, что у Гоши эта масса получилась больше, чем у Даши. Ведь масса Гошиной пипетки с хлором была заметно меньше, чем Дашиной, значит, кто-то из них все же ошибся в расчетах.

Давайте эти расчеты проверим. В условиях опыта в пипетке содержится $0,48/24 = 0,02$ моля газа, следовательно, Дашин хлор был почти чистым, то есть считала она неправильно. У Гоши в пипетке было $0,0136$ моля хлора ($M = 70,9$ г/моль) и $0,02 - 0,0136 = 0,0064$ моля воздуха ($M = 29$ г/моль). Средняя молярная масса газа в его пипетке $(0,0136 * 70,9 + 0,0064 * 29) / 0,02 = 57,5$ г/моль, т.е. Гошин расчет верен. У Даши должно было получиться $(0,0199 * 70,9 + 0,0001 * 29) / 0,02 = 70,7$ г/моль, что отличается от ее ответа на $70,7 - 41,5 = 29,2$ г/моль – подозрительно близко к средней молярной массе воздуха. Интересно, а как бы Вы считали молярную массу полученного газа? Надо вычесть из массы пипетки с хлором массу пипетки и разделить на количество молей газа, так? Даша так и сделала: $(151,43 - 150,60) / 0,02 = 41,5!$ Действительно, Даша допустила типовую ошибку (не арифметическую!): не учла, что пустую пипетку она взвешивала совсем не пустую, а с воздухом, масса которого внутри пипетки составляет $0,02 * 29 = 0,58$ г. Это и привело к отличию ее результата от правильного на 29 г/моль, и к меньшей расчетной молярной массе, чем у Гоши, несмотря на более чистый хлор в ее пипетке.

3. Объемные доли газов, благодаря закону Авогадро, совпадают с мольными долями, поэтому считаются легко: доля хлора у Даши $0,0199 / 0,02 = 0,995$ или $99,5\%$, у Гоши $0,0136 / 0,02 = 0,68$ или 68% . Газы тяжелее воздуха следует собирать в пипетку, вытесняя воздух вверх, присоединив шланг от прибора к низу пипетки, как очевидно, поступила Даша, получив в результате практически чистый хлор. Если сделать наоборот, то тяжелый газ будет опускаться вниз быстрее воздуха, перемешиваясь с ним, и не заполнит пипетку полностью, что и получилось у Гоши. А вот газы, которые легче воздуха (в частности, водород), следует собирать в пипетку, вытесняя воздух вниз, т.е. присоединив шланг от прибора к верху пипетки. Следовательно, водород на предыдущем занятии получал и собирал Гоша.

4. Уравнение реакции получения хлора: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$.

Бурый налет, не смывающийся водой, это нерастворимый в воде диоксид марганца, получающийся из-за неполного восстановления перманганата калия при его избытке:



Отмыть его можно конц. соляной кислотой или подкисленным раствором перекиси водорода:



Система оценивания:

1. Формулы соединений по 1 б, осушка 1 б (очистка от примесей 0 б).....	1 б * 4 + 1 б = 5 б;
2. Отклонение от теории 1 б, меньшая молярная масса при большей массе пипетки 1 б, неправильный расчет только у Даши 1 б (ответ «у обоих» 0 б), повторение расчетов 1 б * 2, указание на то, что не учтена масса воздуха в пустой пипетке у Даши 1 б, указание на то, что у Гоши остался воздух 1 б	1 б * 7 = 7 б;
3. Объемные доли хлора по 1 б, пипетка снизу у Даши 1 б, H_2 получал Гоша 1 б,.....	1 б * 4 = 4 б;
4. Уравнения реакций по 1б, состав налета 1 б	1 б * 4 = 4 б;
Всего	20 баллов