



51-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2012-2013 уч. года

Решения заданий по химии

8 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**;

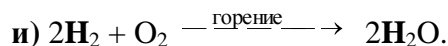
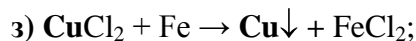
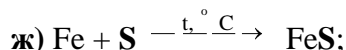
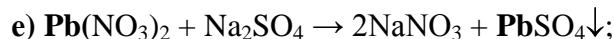
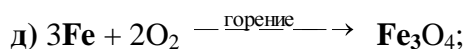
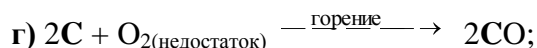
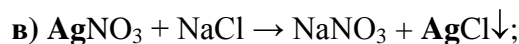
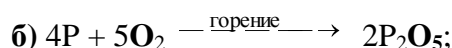
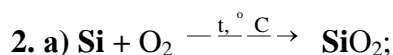
ж) Неметаллом, не образующим двухатомных молекул, является только **S**;

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 1 б * 9 = 9 б;

Всего 20 баллов

Задание 2. (Автор Задесенец А.В.)

1. Название уже первого элемента Периодической Системы (ПС) водорода (H), – выводит нас на верный путь и подсказывает, что остается найти два других «...рода». Ими являются кислород (O) и углерод (C).

2. Как несложно догадаться, символы элементов должны быть связаны с их названием, тем более что слово «гидро (hydro)» часто встречается в сложных словах и означает воду. «Гидрогениум» - водород, «оксигениум» - кислород.

3. Здесь, соответственно, нужно искать элемент на букву N, а точнее просто букву N, т.к. из условия ясно, что символ однобуквенный. Итак, N – азот.

4. Самые известные из таких соединений H_2O – вода, NH_3 – аммиак, CH_4 – метан. Для расчета в них массовой доли H (ω_H) поделим массу содержащегося в одной молекуле водорода на молекулярную массу:

H_2O : (ω_H) = $2 \cdot 1 / (2 \cdot 1 + 16) = 0,111$ или 11,1 %; NH_3 : (ω_H) = $3 \cdot 1 / (3 \cdot 1 + 14) = 0,176$ или 17,6 %;

CH_4 : (ω_H) = $4 \cdot 1 / (4 \cdot 1 + 12) = 0,250$ или 25 %;

5. Натрий и алюминий определяются без проблем, по созвучности и первым буквам. Железо, медь и золото – по символам в ПС, состоящим из первых двух букв латинского названия. Серебро, ртуть и свинец – по символам в ПС, состоящим из первой и одной из следующих букв.

Система оценивания:

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. Названия по 1 б, символы по 1 б | (1 б + 1 б) * 3 = 6 б; |
| 2. Соответствие элементов названиям по 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| 3. Название и символ по 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| 4. Формулы по 1б, названия по 1 б, массовые доли по 2 б | (1 б + 1 б + 2 б) * 3 = 12 б; |
| 5. Названия металлов по 1 б | 1 б * 8 = 8 б; |
| Всего | 30 баллов |

Задание 3. (Авторы Конев В.Н., Емельянов В.А.)

1. В парах №№ 4, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 18, 19 не образуется ни осадков, ни газов, ни малодиссоциирующих соединений, поэтому эти вещества реагировать не будут. Для пар №№ 1, 2, 3, 5, 10, 12, 13, 16, 17, 20 будут протекать реакции обмена.

| | |
|---|--|
| 1. $ZnCl_2 + Na_2SO_3 = 2NaCl + ZnSO_3 \downarrow$. | 2. $BaCl_2 + H_2SO_4 = 2HCl + BaSO_4 \downarrow$. |
| 3. $Sn(NO_3)_2 + K_2S = 2KNO_3 + SnS \downarrow$. | 5. $Ca(OH)_2 + K_2CO_3 = 2KOH + CaCO_3 \downarrow$. |
| 10. $Ca(NO_3)_2 + 2NaF = 2NaNO_3 + CaF_2 \downarrow$. | 12. $2AgNO_3 + FeI_2 = Fe(NO_3)_2 + 2AgI \downarrow$. |
| 13. $2HI + Ba(OH)_2 = 2H_2O + BaI_2$. | 16. $FeCl_3 + 3NaOH = 3NaCl + Fe(OH)_3 \downarrow$. |
| 17. $3CaI_2 + 2Na_3PO_4 = 6NaI + Ca_3(PO_4)_2 \downarrow$. | 20. $(NH_4)_2S + 2HBr = 2NH_4Br + H_2S \uparrow$. |

Система оценивания:

| | |
|--|--------------------|
| 1. Верное указание про реакцию «идет/не идет» по 0,5 б | 0,5 б * 20 = 10 б; |
| (каждое неверное указание – штраф минус 0,5 б, однако при отрицательном количестве баллов за пункт 1 в целом выставляется 0 б) | |
| 2. Уравнения реакций по 1 б (если без коэф. или стрелок, то 0,5 б) | 1 б * 10 = 10 б; |
| Всего | 20 баллов |



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**;

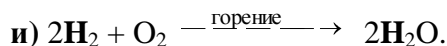
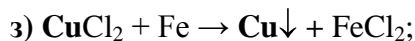
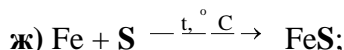
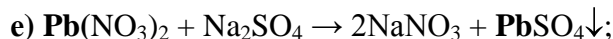
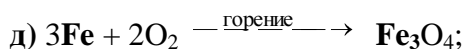
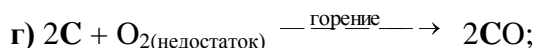
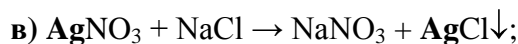
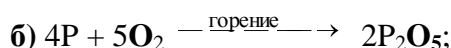
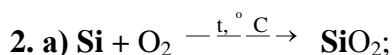
ж) Неметаллом, не образующим двухатомных молекул, является только **S**;

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: $C_8H_{18} + 12,5O_2 = 8CO_2 + 9H_2O$. $Q_{сгор.} = 9Q_{обр.}(H_2O) + 8Q_{обр.}(CO_2) - Q_{обр.}(C_8H_{18}) - 12,5Q_{обр.}(O_2) = 9 \cdot 242 + 8 \cdot 394 - 208 - 12,5 \cdot 0 = 2178 + 3152 - 208 - 0 = 5122$ 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: $C_2H_5OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$. $Q_{сгор.} = 3Q_{обр.}(H_2O) + 2Q_{обр.}(CO_2) - Q_{обр.}(C_2H_5OH) = 3 \cdot 242 + 2 \cdot 394 - 235 = 726 + 788 - 235 = 1279$ кДж/моль.

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

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

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

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

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

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

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

5. Для поездки из Новосибирска до Москвы потребуется $10л \cdot 3500км / 100км = 350$ л бензина, т.е. на эту поездку потребовалось $31,6$ МДж $\cdot 350 = 11060$ 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: $\omega = 133x / (133x + 23(1-x) + 27 + 2 \cdot 28 + 6 \cdot 16 + 18) = 133x / (110x + 220)$. 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 $0,242 \cdot 3 = 0,726$ т или **726 кг**, максимальное $0,313 \cdot 3 = 0,939$ 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.

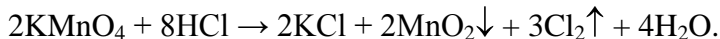
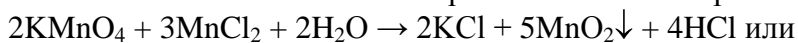
2. Дашу и Гошу сначала удивило отклонение полученных цифр от реальной молярной массы хлора. А, сверив ответы, поразились они тому, что у Гоши эта масса получилась больше, чем у Даши. Ведь масса Гошиной пипетки с хлором была заметно меньше, чем Дашиной, значит, кто-то из них все же ошибся в расчетах.

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 произошло 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 |



51-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2012-2013 уч. года

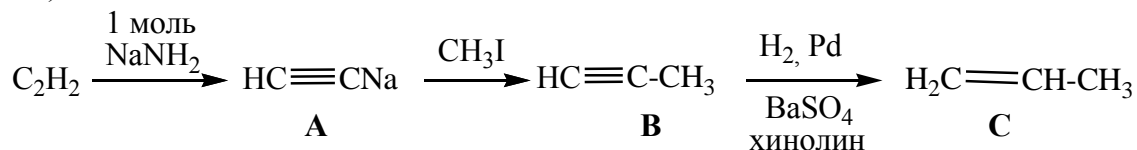
Решения заданий по химии

10 класс

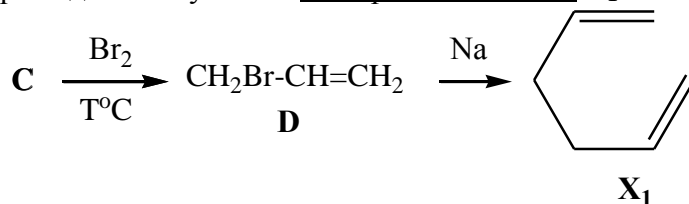
Задание 1. (Авторы Конев В.Н., Ильин М.А.)

1. Общая формула диенов C_nH_{2n-2} . Диены бывают кумулированными, сопряженными и изолированными.

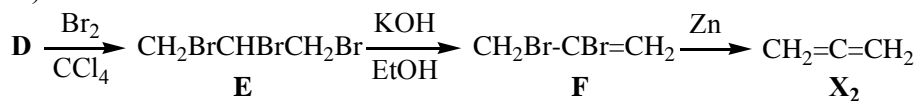
2-3. Ацетилен проявляет свойства слабой С-Н кислоты, реагируя с натрием с образованием ацетиленида натрия **A**. Пропин **B** образуется в результате реакции нуклеофильного замещения между иодистым метилом и ацетиленидом натрия. Гидрирование пропина **B** на частично «отравленном» палладиевом катализаторе приводит к восстановлению тройной связи алкина до двойной связи алкена **C** (восстановление до алкана не происходит, поскольку катализатор частично теряет активность из-за присутствия хинолина).



Бромирование алкенов при повышенной температуре протекает по радикальному механизму: замещается атом водорода, находящийся у соседнего с двойной связью атома углерода (аллильное положение). При этом из пропина **C** образуется аллилбромид **D**. Следующая стадия представляет собой реакцию Вюрца, и из аллилбромида **D** получается изолированный диен **X₁** – гексадиен-1,5.

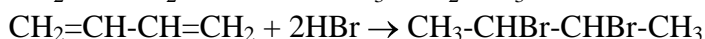


При бромировании алкенов раствором брома в CCl_4 происходит реакция присоединения по кратной связи, в результате, из аллилбромида **D** образуется 1,2,3-трибромпропан **E**. При обработке **F** спиртовым раствором гидроксида калия образуется 2,3-дибромпропен **F**. Взаимодействие вицинальных дигалогенидов (каким и является **F**) с цинковой пылью приводит к отщеплению галогенида цинка и образованию новой двойной связи в молекуле. Так, из дигалогенида **F** образуется кумулятивный диен **X₂** – пропадиен (аллен).



Рассмотрим схему получения углеводорода **X₃**. При димеризации ацетилена получается винилацетилен **G**, восстановление которого водородом на отравленном катализаторе приводит к образованию сопряженного диена **X₃** (бутадиена-1,3).

Именно бутадиен-1,3 и его производные используются для получения каучуков.



Система оценивания:

1. Общая формула диенов 0,5 б, названия типов диенов по 0,5 б 0,5 б * 4 = 2 б;
2. Структурные формулы А-Г по 1 б 1 б * 7 = 7 б;
3. Структурные формулы диенов по 1 б 1 б * 3 = 3 б;
 Названия диенов X₁ – X₃ по 0,5 б, типов диенов по 0,5 б (0,5 б + 0,5 б) * 3 = 3 б;
 Указание диена, используемого для получения каучука 1 б;
4. Структурные формулы дибромпроизводных 1 б * 3 = 3 б;
Всего 19 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]. Эту реакцию проводят в кислой среде, обычно в присутствии фосфорной или серной кислоты.
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, условия реакции 0,5 б 1 б + 0,5 б = 1,5 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 1,5 б;
Всего 20 баллов

Задание 3. (Автор Емельянов В.А.)

1. Формулы соединений металла М, производимых на заводе: гидросульфат – $MHSO_4$, дигидрофосфат – MH_2PO_4 , хлорат – $MClO_3$, перхлорат – $MClO_4$, молибдат – M_2MoO_4 , дихромат – $M_2Cr_2O_7$, перманганат – $MMnO_4$, гексафторосиликат – M_2SiF_6 , тиоцианат – $MSCN$, додекагидрат двойного сульфата с алюминием (квасцы) – $MAI(SO_4)_2*12H_2O$.
2. Устойчивый атом с массой с 137 легко обнаруживается в ПС – это барий. Соответственно, М, предшествующий барию в ПС, – это цезий. Уравнение β -распада: ${}_{55}^{137}Cs \rightarrow {}_{56}^{137}Ba + {}_{-1}^0e^-$. Количество периодов полураспада, прошедших за 90,5 лет равно $90,5:30,17 = 3$. За каждый период полураспада остается

половина от имевшихся атомов, соответственно за два – четверть, за три – восьмая часть, т.е. останется $1,2:8 = 0,15$ г изотопа ^{137}Cs .

3. Уравнения реакций: $\text{Cs} + \text{O}_2 = \text{CsO}_2$ (10 кл можно Cs_2O_2 , но не Cs_2O); $2\text{Cs} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CsOH} + \text{H}_2\uparrow$;
 $2\text{Cs} + \text{I}_2 = 2\text{CsI}$; $2\text{Cs} + \text{S} = \text{Cs}_2\text{S}$; $2\text{Cs} + \text{H}_2 = 2\text{CsH}$; $2\text{Cs} + 2\text{NH}_3 = 2\text{CsNH}_2 + \text{H}_2\uparrow$;
 $4\text{Cs} + \text{CO}_2 = 2\text{Cs}_2\text{O} + \text{C}$ или $2\text{Cs} + \text{CO}_2 = \text{Cs}_2\text{O} + \text{CO}$ (недост. CO_2); $2\text{Cs} + 2\text{CO}_2 = \text{Cs}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$ (изб. CO_2); $4\text{Cs} + \text{SiO}_2 = 2\text{Cs}_2\text{O} + \text{Si}$ (недост. песка); $4\text{Cs} + 3\text{SiO}_2 = 2\text{Cs}_2\text{SiO}_3 + \text{Si}$ (изб. песка).

4. Минимальное содержание **М** в поллуците будет при $x=0,5$, максимальное – $x=0,7$. Посчитаем массовую долю **М** в минерале при разных x , т. е. отношение массы **М** к молярной массе: $\omega = 133x / (133x + 23(1-x) + 27 + 2 \cdot 28 + 6 \cdot 16 + 18) = 133x / (110x + 220)$. 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 $0,242 \cdot 3 = 0,726$ т или **726 кг**, максимальное $0,313 \cdot 3 = 0,939$ т или **939 кг**.

5. $\text{Cs}_x\text{Na}_{1-x}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{HCl} = x\text{CsCl} + (1-x)\text{NaCl} + \text{AlCl}_3 + 2 \cdot \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
 $2\text{Cs}_x\text{Na}_{1-x}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = x\text{Cs}_2\text{SO}_4 + (1-x)\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4 \cdot \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

Система оценивания:

| | |
|---|------------------------|
| 1. Формулы соединений по 0,5 б | 0,5 б * 10 = 5 б; |
| 2. Уравнение реакции 1 б, цезий 1 б, расчет массы 3 б | 1 б + 1 б + 3 б = 5 б; |
| 3. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 8 = 8 б; |
| 4. Расчет значений массы по 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| 5. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 2 = 2 б; |
| Всего | 22 балла |

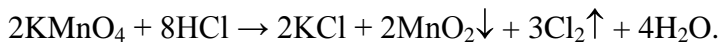
Задание 4. (Авторы Задесенец А.В., Емельянов В.А.)

1. 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 $(0,0136 \cdot 70,9 + 0,0064 \cdot 29) / 0,02 = 57,5$ г/моль, т.е. Гошин расчет верен. У Даши должно было получиться $(0,0199 \cdot 70,9 + 0,0001 \cdot 29) / 0,02 = 70,7$ 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 $0,02 \cdot 29 = 0,58$ 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.

2. 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.

3. 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 смываемый водой, это нерастворимый в воде диоксид марганца, получающийся из-за неполного восстановления перманганата калия при его избытке:
 $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KCl} + 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{HCl}$ или



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



4. Методик определения хлора существует несколько. Удобнее всего продуть газовую пипетку воздухом через раствор избытка иодида калия, а выделившийся иод оттитровать раствором тиосульфата натрия до полного обесцвечивания раствора: $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$, $2\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

Система оценивания:

1. 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 2 * 1 б, 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;
 2. Объемные доли хлора 2 * 1 б, пипетка снизу у Даши 1 б, H_2 получал Гоша 1 б 1 б * 4 = 4 б;
 3. Уравнения реакций по 1 б, состав налета 1 б 1 б * 4 = 4 б;
 4. Уравнения реакций по 1 б (не более 2), методика (продувка воздухом или инертным газом, титрование) до 2 б 1 б * 2 + 2 б = 4 б;
- Всего 19 баллов



51-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

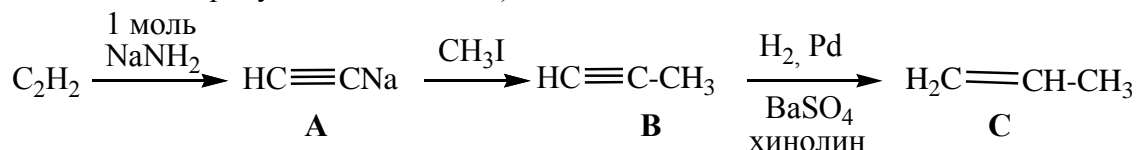
Первый отборочный этап 2012-2013 уч. года

Решения заданий по химии

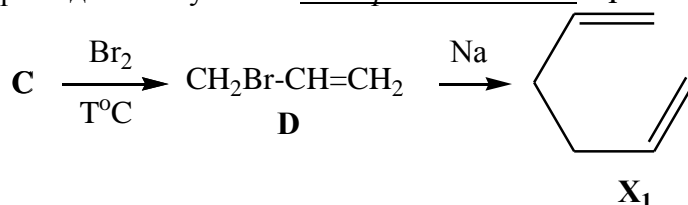
11 класс

Задание 1. (Авторы Конев В.Н., Ильин М.А.)

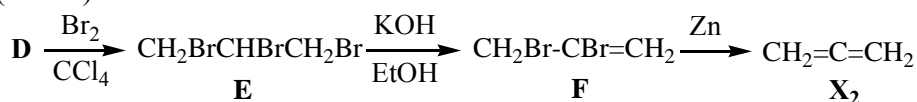
1-2. Ацетилен проявляет свойства слабой С-Н кислоты, реагируя с амидом натрия (очень сильное основание) с образованием ацетиленида натрия **A**. Пропин **B** образуется в результате реакции нуклеофильного замещения между иодистым метилом и ацетиленидом натрия. Гидрирование пропина **B** на частично «отравленном» палладиевом катализаторе приводит к восстановлению тройной связи алкина до двойной связи алкена **C** (восстановление до алкана не происходит, поскольку катализатор частично теряет активность из-за присутствия хинолина).



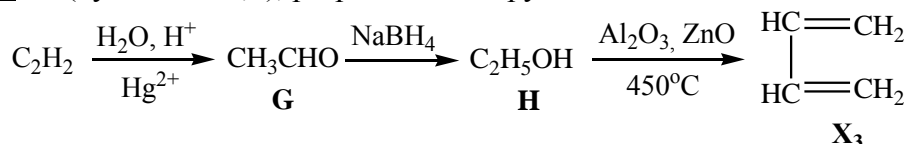
Бромирование алкенов при повышенной температуре протекает по радикальному механизму: замещается атом водорода, находящийся у соседнего с двойной связью атома углерода (аллильное положение). При этом из пропена **C** образуется аллилбромид **D**. Следующая стадия представляет собой реакцию Вюрца, и из аллилбромида **D** получается изолированный диен **X₁** – гексадиен-1,5.



При бромировании алкенов раствором брома в CCl₄ происходит реакция присоединения по кратной связи, в результате, из аллилбромида **D** образуется 1,2,3-трибромпропан **E**. При обработке **F** спиртовым раствором гидроксида калия образуется 2,3-дибромпропен **F**. Взаимодействие вицинальных дигалогенидов (каким и является **F**) с цинковой пылью приводит к отщеплению галогенида цинка и образованию новой двойной связи в молекуле. Так, из дигалогенида **F** образуется кумулятивный диен **X₂** – пропADIEN-1,2 (аллен).



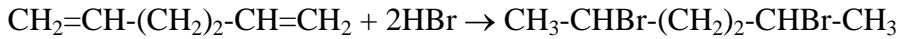
Рассмотрим схему получения углеводорода **X₃**. При гидратации ацетилена в условиях реакции Кучерова (H⁺, Hg²⁺) образуется ацетальдегид **G**. Восстановление ацетальдегида **G** тетрагидридоборатом (боргидридом) натрия ведет к образованию этанола **H**. Следующая реакция – нагревание паров этилового спирта в присутствии сложного оксидного катализатора – промышленно важный метод получения сопряженного диена **X₃** (бутадиена-1,3), разработанный русским химиком С.В. Лебедевым.



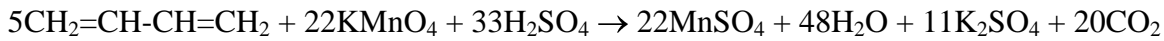
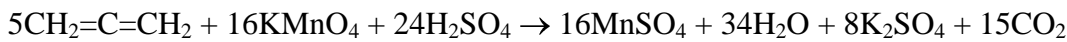
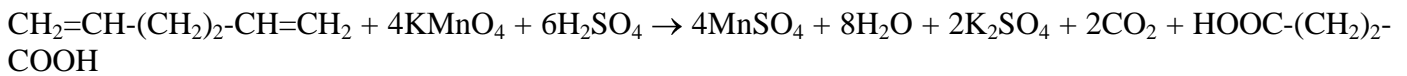
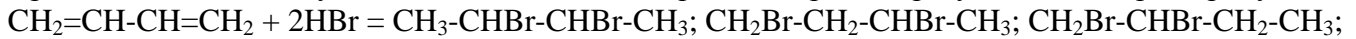
При димеризации ацетилена получается винилацетилен **K**, восстановление которого водородом на отравленном катализаторе приводит к образованию диена **X₃**.

Для получения каучуков применяются сопряженные диены, из упомянутых диенов X_1-X_3 – это бутадиен-1,3.

3. Уравнения реакций:



При взаимодействии бутадиена-1,3 с избытком бромоводорода образуется смесь трех продуктов:



Система оценивания:

| | |
|---|----------------------------|
| 1. Структурные формулы соединений А-К по 1 б | 1 б * 9 = 9 б; |
| 2. Структурные формулы диенов по 1 б | 1 б * 3 = 3 б; |
| Названия диенов $X_1 - X_3$ по 0,5 б, типов диенов по 0,5 б | (0,5 б + 0,5 б) * 3 = 3 б; |
| Указание диена, используемого для получения каучука 1 б | 1 б; |
| 3. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 6 = 6 б; |
| Всего | 22 балла |

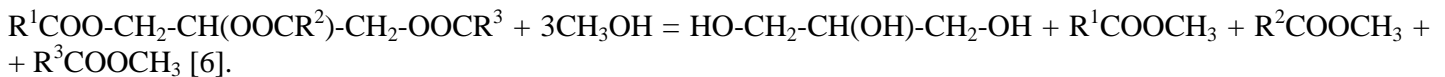
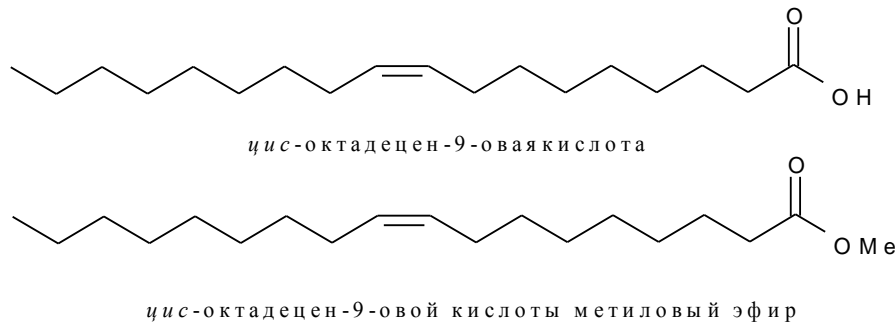
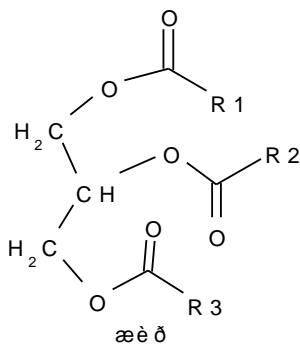
Задание 2. (Авторы Конев В.Н., Емельянов В.А.)

1. Уравнения реакций: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ [1]; $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$ [2];

$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$ [3]. В описанных в задаче условиях в промышленности из синтез-газа получают метанол: $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$.

2. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{CO}_2 + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ [4]; $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ [5]. Реакцию [5] проводят в кислой среде, обычно в присутствии фосфорной или серной кислоты.

3. Структурные формулы:



4. Бензин: $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5\text{O}_2 = 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$. $Q_{\text{сгор.}} = 9Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) + 8Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр.}}(\text{C}_8\text{H}_{18}) - 12,5Q_{\text{обр.}}(\text{O}_2) = 9*242 + 8*394 - 208 - 12,5*0 = 2178 + 3152 - 208 - 0 = 5122$ кДж/моль.

Водород: $\text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$. $Q_{\text{сгор.}}(\text{H}_2) = Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) = 242$ кДж/моль.

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

Этанол: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$. $Q_{\text{сгор.}} = 3Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) + 2Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 3*242 + 2*394 - 235 = 726 + 788 - 235 = 1279$ кДж/моль.

Биодизель: $\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2 + 27\text{O}_2 = 19\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$. $Q_{\text{сгор.}} = 18Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) + 19Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр.}}(\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2) = 18*242 + 19*394 - 1304 = 4356 + 7486 - 1304 = 10538$ кДж/моль.

5. Сначала посчитаем, сколько тепла выделяется при сгорании 1 л каждого топлива.

Бензин (октан): $n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1000(\text{см}^3)*0,703(\text{г}/\text{см}^3)/114(\text{г}/\text{моль}) \approx 6,17$ моль, тепла при сгорании выделится $Q(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 5122*6,17 = 31602,74$ кДж $\approx 31,6$ МДж.

Водород: $n(\text{H}_2) = 1000(\text{см}^3) \cdot 0,07(\text{г}/\text{см}^3) / 2(\text{г}/\text{моль}) = 35$ моль, тепла при сгорании выделится

$Q(\text{H}_2) = 242 \cdot 35 = 8470$ кДж $\approx 8,5$ МДж.

Спирт: $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1000(\text{см}^3) \cdot 0,789(\text{г}/\text{см}^3) / 46(\text{г}/\text{моль}) \approx 17,15$ моль, тепла при сгорании выделится

$Q(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1279 \cdot 17,15 = 21934,85$ кДж $\approx 21,9$ МДж.

Биодизель: $n(\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2) = 1000(\text{см}^3) \cdot 0,879(\text{г}/\text{см}^3) / 296(\text{г}/\text{моль}) \approx 2,97$ моль, тепла при сгорании выделится

$Q(\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2) = 10538 \cdot 2,97 = 31297,86$ кДж $\approx 31,3$ МДж.

Для поездки из Новосибирска до Москвы потребуется $10\text{л} \cdot 3500\text{км} / 100\text{км} = 350$ л бензина, т.е. на эту поездку нужно $31,6 \text{ МДж} \cdot 350 = 11060$ 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 * 4 | 4 б; |
| 2. Уравнения реакций 1 б * 2, условия реакции 0,5 б | 2 б + 0,5 б = 2,5 б; |
| 3. Уравнение реакции 1 б, структурные формулы 0,5 б * 3 | 1 б + 1,5 б = 2,5 б; |
| 4. Уравнения реакций 1 б * 4, расчет эффектов 1 б * 4 | 4 б + 4 б = 8 б; |
| 5. Расчет объема топлива 1 б * 3 | 3 б; |
| Всего | 20 баллов |

Задание 3. (Автор Емельянов В.А.)

1. Формулы неорганических соединений металла **М**, производимых на заводе:

дигидрофосфат – MH_2PO_4 , хлорат – MClO_3 , гексафторосиликат – M_2SiF_6 , тиоцианат – MSCN , молибдат – M_2MoO_4 , додекагидрат двойного сульфата с алюминием (квасцы) – $\text{MAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

Формулы органических соединений: формиат – MCHO_2 (соль муравьиной кислоты HCOOH), ацетат – $\text{MC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (соль уксусной кислоты CH_3COOH), лактат – $\text{MC}_3\text{H}_5\text{O}_3$ (соль молочной кислоты $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$), бензоат – $\text{MC}_7\text{H}_5\text{O}_2$ (соль бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ [PhCOOH]).

2. Устойчивый атом с массой с 137 легко обнаруживается в ПС – это барий. Соответственно, **М**, предшествующий барию в ПС, – это **цезий**. Уравнение β -распада: ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}\text{e}^-$. Количество периодов полураспада, прошедших за 90,5 лет равно $90,5 : 30,17 = 3$. За каждый период полураспада остается половина от имевшихся атомов, соответственно за два – четверть, за три – восьмая часть, т.е. останется $1,2 : 8 = 0,15$ г изотопа ${}^{137}\text{Cs}$.

3. Уравнения реакций: $\text{Cs} + \text{O}_2 = \text{CsO}_2$; $2\text{Cs} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CsOH} + \text{H}_2\uparrow$; $2\text{Cs} + 2\text{NH}_3 = 2\text{CsNH}_2 + \text{H}_2\uparrow$;

$4\text{Cs} + \text{CO}_2 = 2\text{Cs}_2\text{O} + \text{C}$ или $2\text{Cs} + \text{CO}_2 = \text{Cs}_2\text{O} + \text{CO}$ (недост. CO_2);

$2\text{Cs} + 2\text{CO}_2 = \text{Cs}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$ (изб. CO_2); катод: $\text{Cs}^+ + \text{e} = \text{Cs}$; анод: $2\text{CN}^- - 2\text{e} = (\text{CN})_2$.

4. Посчитаем массовую долю Cs в минерале, т.е. отношение массы Cs к молярной массе: $\omega = 133x / (133x + 23(1-x) + 27 + 2 \cdot 28 + 6 \cdot 16 + 18) = 133x / (110x + 220)$. Содержание цезия в оксиде Cs_2O составляет $2 \cdot 133 / (2 \cdot 133 + 16) = 0,943$. Решаем два уравнения: $133x / (110x + 220) = 0,943 \cdot 0,26 = 0,245$ и $133x / (110x + 220) = 0,943 \cdot 0,32 = 0,302$, откуда получаем предельные значения $x = 0,51$ и $0,67$, т.е. x меняется в пределах $0,51 \leq x \leq 0,67$.

5. $2\text{CsCl} + \text{Ca} = \text{CaCl}_2 + \text{Cs}\uparrow$; $4\text{Cs}_2\text{CrO}_4 + 5\text{Zr} = 5\text{ZrO}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Cs}\uparrow$; $2\text{CsN}_3 = 2\text{Cs} + 3\text{N}_2\uparrow$.

Система оценивания:

| | |
|---|----------------------------|
| 1. Формулы соединений по 0,5 б | 0,5 б * 10 = 5 б; |
| Названия органических кислот по 0,5 б, структ. формулы по 0,5 б | (0,5 б + 0,5 б) * 4 = 4 б; |
| 2. Уравнение реакции 1 б, цезий 1 б, расчет массы 3 б | 1 б + 1 б + 3 б = 5 б; |
| 3. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 6 = 6 б; |
| 4. Расчет значений x по 3 б | 3 б * 2 = 6 б; |
| 5. Уравнения реакций по 1 б | 1 б * 3 = 3 б; |
| Всего | 29 баллов |

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

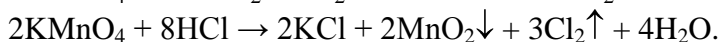
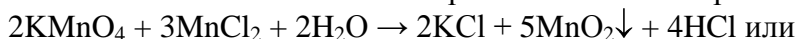
1. Дашу и Гошу сначала удивило отклонение полученных цифр от реальной молярной массы хлора. А, сверив ответы, поразились они тому, что у Гоши эта масса получилась больше, чем у Даши. Ведь масса Гошиной пипетки с хлором была заметно меньше, чем Дашиной, значит, кто-то из них все же ошибся в расчетах.

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.

2. 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 произошло 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.

3. 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:



4. Методик определения хлора существует несколько. Удобнее всего продуть газовую пипетку воздухом через раствор избытка иодида калия, а выделившийся иод оттитровать раствором тиосульфата натрия до полного обесцвечивания раствора: $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$, $2\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.

Система оценивания:

1. 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 $2 * 1$ б, 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 $1 \text{ б} * 7 = 7 \text{ б};$
2. Объемные доли хлора $2 * 1$ б, пипетка снизу у Даши 1 б, H_2 получал Гоша 1 б $1 \text{ б} * 4 = 4 \text{ б};$
3. Уравнения реакций по 1 б, состав налета 1 б $1 \text{ б} * 4 = 4 \text{ б};$
4. Уравнения реакций по 1 б (не более 2), методика (продувка воздухом или инертным газом, титрование) до 2 б $1 \text{ б} * 2 + 2 \text{ б} = 4 \text{ б};$
- Всего **19 баллов**