

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: ${}^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^0_{-1}e^-$. 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}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. $\text{Cs}_x\text{Na}_{1-x}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{HCl} = x\text{CsCl} + (1-x)\text{NaCl} + \text{AlCl}_3 + 2\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
 $2\text{Cs}_x\text{Na}_{1-x}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = x\text{Cs}_2\text{SO}_4 + (1-x)\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

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

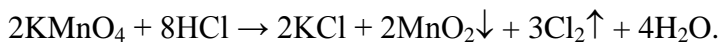
Задание 4. (Авторы Задесенец А.В., Емельянов В.А.)

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 смывающийся 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, H₂ 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