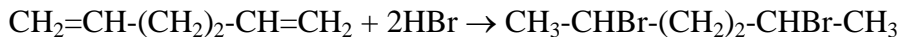
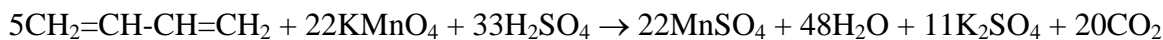
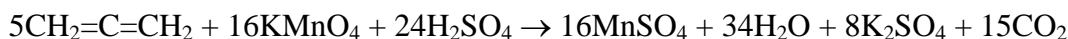
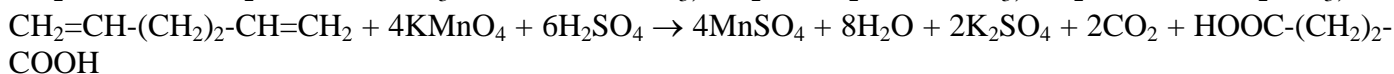
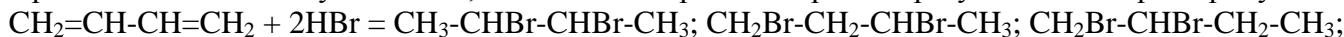


Для получения каучуков применяются сопряженные диены, из упомянутых диенов X_1-X_3 – это бутадиен-1,3.

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

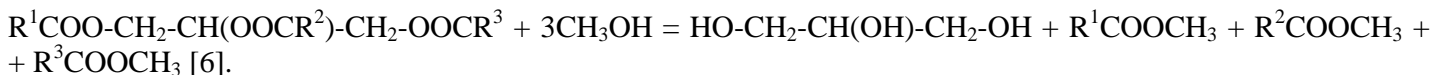
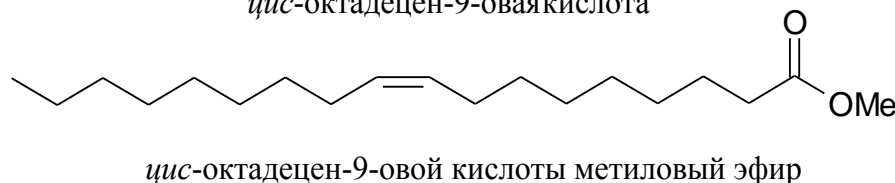
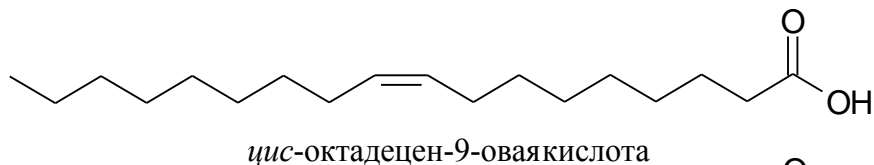
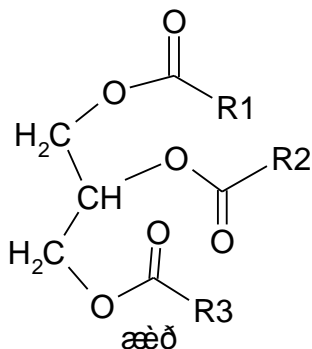
Задание 2. (Авторы Конев В.Н., Емельянов В.А.)

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.)

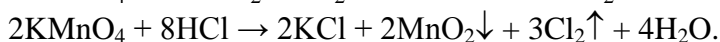
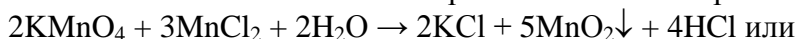
1. Дашу и Гошу сначала удивило отклонение полученных цифр от реальной молярной массы хлора. А, сверив ответы, поразились они тому, что у Гоши эта масса получилась больше, чем у Даши. Ведь масса Гошиной пипетки с хлором была заметно меньше, чем Дашиной, значит, кто-то из них все же ошибся в расчетах.

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**