

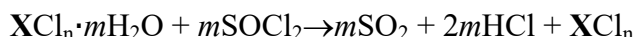
2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

2.1. Критерии оценивания заданий Отборочного теоретического тура

2.1.4. Задания 11 класса

Задача №11-1

1. Запишем реакцию взаимодействия гидратированного хлорида с хлористым тионилом:



Таким образом, $1/(A(\text{X}) + 35,5n) = 8/(1,776m \cdot (32+16+71))$, следовательно атомная масса X равна:

$$A(\text{X}) = 26,418m - 35,5n,$$

перебирая степени окисления металла в хлориде и число молекул кристаллизационной воды при $m=6, n=3$ приходим к $A(\text{X})=52$ г/моль, что соответствует хрому. Также получаем, что X_1 - CrCl_3 , а X_2 - $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

2. Во второй части задачи речь идет о получении бис(бензол)хрома (аналога ферроцена) – вещество X_4 $[(\text{C}_6\text{H}_6)_2\text{Cr}]$. Подтвердим это расчётом:

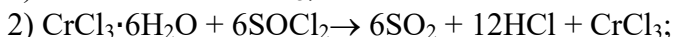
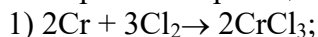
$$1.67 \cdot M(\text{Cr}_2\text{O}_3) \cdot 0,5 / M(\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2) = 0.61.$$

Наше предположение оказалось верным: $M(\text{X}_4)=208$ г/моль.

Вещество X_3 – производное бис(бензол)хрома, т.о. $M(\text{X}_3)=52/0,1379=377$ г/моль. Вычитая молекулярную массу бис(бензол)хрома 208 г/моль, получаем 169 г/моль. Информация на тетраэрический анион позволяет предположить тетрахлоралюминат-ион, молекулярная масса которого равна 169 г/моль. Таким образом, вещество X_3 это $[(\text{C}_6\text{H}_6)_2\text{Cr}][\text{AlCl}_4]$.

3. Очевидно, что при сгорании X_4 в избытке кислорода при 500°C образуется тёмно-зелёный порошок X_5 – оксид хрома (III) (Cr_2O_3).

4. Уравнения реакций:



Ответ: X – Cr; X_1 - CrCl_3 ; X_2 - $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; X_3 – $[(\text{C}_6\text{H}_6)_2\text{Cr}][\text{AlCl}_4]$; X_4 - $[(\text{C}_6\text{H}_6)_2\text{Cr}]$; X_5 – Cr_2O_3 .

Система оценивания

№	Элемент ответа	Баллы
1.	Определение элемента X	6 б.
2.	Определение веществ X_1 – X_4 .	0,5×4 = 2 б.
3.	Уравнение реакции	0,5×4 = 2 б.
	Итого	10 баллов

Задача № 11-2

1. **X** – бериллий (Be); **Y** – алюминий (Al); **X1** – углерод (C); **Y1** – фосфор (P)

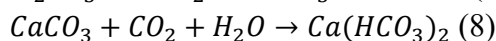
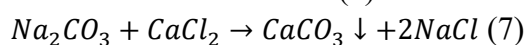
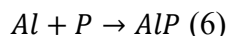
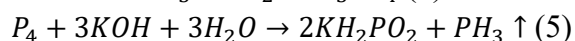
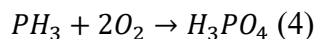
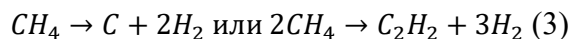
Z – фосфидалюминия (AlP)

2. ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{12}_6\text{C}$ или ${}^9_4\text{Be}({}^4_2\text{He}, {}^1_0\text{n}){}^{12}_6\text{C}$ (1)

${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{30}_{15}\text{P}$ или ${}^{27}_{13}\text{Al}({}^4_2\text{He}, {}^1_0\text{n}){}^{30}_{15}\text{P}$ (2)

Исходные элементы выводятся из ядерной реакции «ретросинтетически».

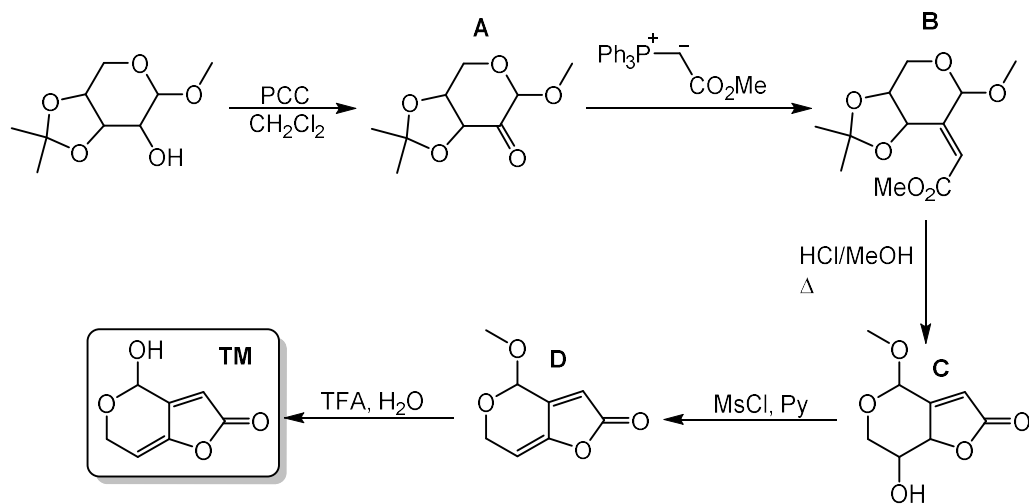
Примечанием учтено образование изотопа ${}^{30}\text{P}$.



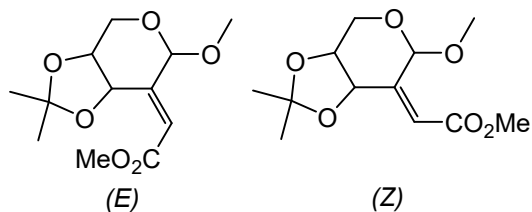
Разбалловка

№	Элемент ответа	Баллы
1	Определение веществ X, Y, X1, Y1 и Z	5 x 1 б. = 5 б.
2	Написание уравнений (1) и (2)	2 x 1 б. = 2 б.
3	Написание уравнений (3)–(8)	6 x 0,5 б = 3 б.
	Итого	10 баллов

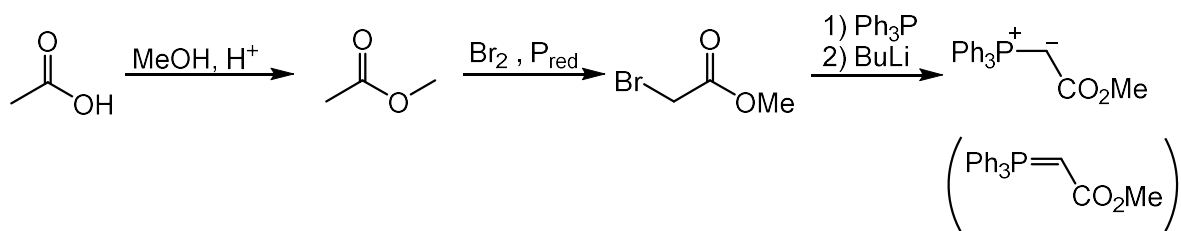
Задача № 11-3



Изомеры вещества **B**:



2. Способ получения илида:



Разбалловка

№	Элемент ответа	Баллы
1	Правильные структуры A – D	$4 \times 0.75 = 3$ б.
2	Правильная структура TM	5 б.
3	Изомеры вещества B	$2 \times 0.5 = 1$ б.
4	Метод синтеза илида	1 б.
	Итого	10 баллов

Задача № 11-4

1. Реакция 1: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} = \text{CO} + 3\text{H}_2$

По следствию из закона Гесса:

$$Q_r = Q_f(\text{CO}) + 3Q_f(\text{H}_2) - Q_f(\text{CH}_4) - Q_f(\text{H}_2\text{O}) = 110.5 + 3 \times 0 - 74.8 - 241.8 = -206.1 \text{ кДж/моль}$$

Реакция 2: $\text{C} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} = \text{CO} + \text{H}_2$

По следствию из закона Гесса:

$$Q_r = Q_f(\text{CO}) + Q_f(\text{H}_2) - Q_f(\text{C}) - Q_f(\text{H}_2\text{O}) = 110.5 + 0 - 0 - 241.8 = -131.3 \text{ кДж/моль}$$

2. $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 8000 / 32 = 250$ моль

Тогда при синтезе 1 моль метанола выделяется:

$$Q = 22700 / 250 = 90.8 \text{ кДж/моль}$$

Термохимическое уравнение реакции 3:



3. Если выход метанола составил 20%, то в соответствии с уравнением в реакцию 3 вступили:

$0.7 \times 0.2 = 0.14$ моль/л водорода (выход считаем по веществу в недостатке), $0.7 \times 0.1 = 0.07$ моль/л угарного газа,

образовалось 0.07 моль/л метанола.

Тогда равновесные концентрации веществ равны:

$$[\text{CH}_3\text{OH}] = 0.07 \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}_2] = 0.7 - 0.14 = 0.56 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}] = 0.7 - 0.07 = 0.63 \text{ моль/л}$$

Запишем выражение для константы равновесия реакции 3 и рассчитаем ее:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2} = \frac{0.07}{0.63 \cdot 0.56^2} = 0.3543$$

4. а) Синтез метанола осуществляется в газовой фазе, причем из 3 моль исходных веществ образуется 1 моль продукта. В соответствии с принципом Ле Шателье при понижении давления равновесие смещается в сторону увеличения количества газообразных веществ, т.е. в нашем случае влево, следовательно, понижение давления приведет к **уменьшению** выхода метанола.

б) В соответствии с принципом Ле Шателье понижение температуры смещает равновесие в сторону экзотермической реакции. Синтез метанола – экзотермическая реакция, поэтому равновесие будет смещаться вправо, что приведет к **увеличению** выхода метанола.

в) Катализатор оказывает влияние только на скорость реакции, следовательно, и на время достижения равновесия, но не оказывает влияние на его смещение. Поэтому, при увеличении количества катализатора выход метанола **не изменится**.

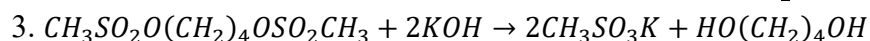
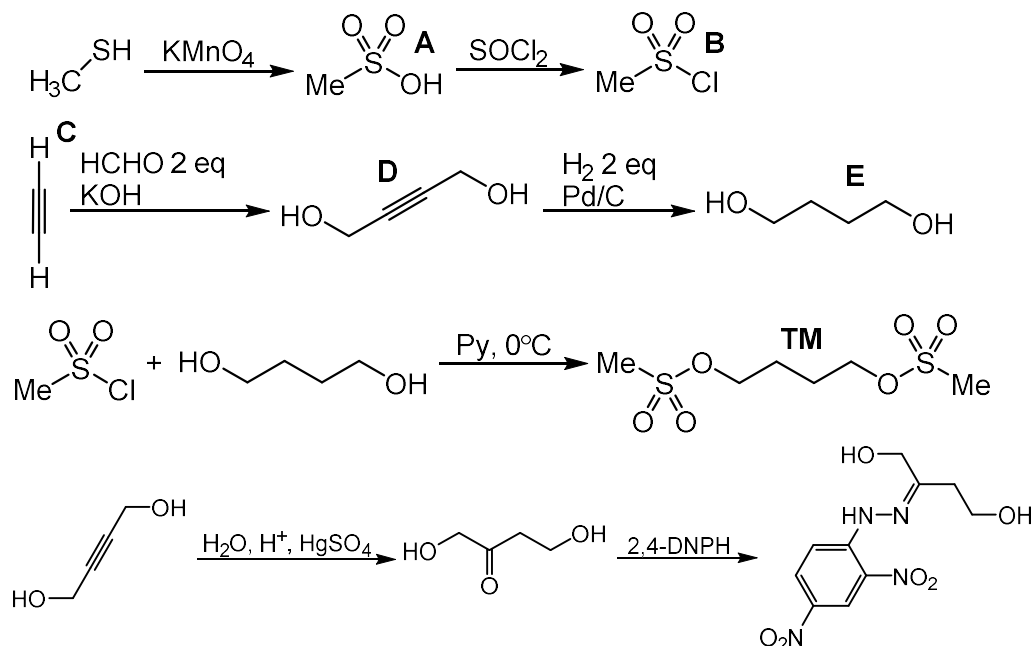
5. В соответствии с правилом Вант-Гоффа при повышении температуры на каждые 10°C скорость реакции возрастает в γ раз, где γ – температурный коэффициент Вант-Гоффа.

Для реакции синтеза метанола $\gamma = 2.5$, следовательно, при повышении температуры на 100°C скорость реакции увеличится в $2.5^{10} = 9537$ раз.

Система оценивания

№	Элемент ответа	Баллы
1.	Уравнения <i>реакций 1 и 2</i> Тепловые эффекты	$2 \times 1 = 2$ б $2 \times 1 = 2$ б
2.	Тепловой эффект реакции синтеза метанола Термохимическое уравнение <i>реакции 3</i> .	0,5 б 0,5 б
3.	Равновесные концентрации всех веществ в колонне синтеза Значение константы равновесия	$3 \times 0,5 = 1,5$ б 1 б
4.	Влияние факторов на выход метанола (без аргументов – 0б)	$3 \times 0,5 = 1,5$ б
5.	Расчет увеличения скорости	1 б
	Итого	10 баллов

Задача №11-5



4. $M(\text{миелосана}) = 246.29 \text{ г/моль}; M_{eq} = \frac{1}{2}M = 123.145 \text{ г/моль} \cdot \text{экв}$

$$m = (C_{\text{NaOH}}V_{\text{NaOH}} - C_{\text{HCl}}V_{\text{HCl}}) \cdot M_{eq}(\text{миелосана}) \cdot 10^{-3} \cdot \frac{V_{\text{колбы}}}{V_{\text{аликвоты}}}$$

$$m = (0.100 \cdot 50.0 - 0.010 \cdot 12.00) \cdot 123.145 \cdot 10^{-3} \cdot 5.000 = 3.005 \text{ г}$$

Разбалловка

№	Элемент ответа	Баллы
1	Правильные структуры А – Е	5 x 1 = 5 б.
2	Правильная структура ТМ	2 б.
3	Схема гидратации D и реакции с ДНФГ	1 б.
4	Уравнение реакции гидролиза миелосана	1 б.
5	Расчет массы миелосана в препарате	1 б.
	Итого	10 баллов