

**Критерии оценивания олимпиадных работ Отраслевой олимпиады школьников ПАО
«Газпром» по химии**

заключительного (очного) тура 11 класс

№ задания	Процент выполнения задания					
	0 % (полностью неверное решение)	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % (идеально верное решение)
1	0	1	2	3	4	5
2	0	1	2	3	4	5
3	0	1	2	3	4	5
4	0	1	2	3	4	5
5	0	1	2	3	4	5
6	0	1	2	3	4	5
Вариант 1	Задание					
	<p>Задание 1. Решение:</p> <p>Под стандартной теплотой образования понимают тепловой эффект реакции образования одного моля вещества из простых веществ, его составляющих, находящихся в устойчивых стандартных состояниях. Для соли $St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(m)$ уравнение его образования из простых веществ должно иметь следующий вид:</p> $St(m) + N_2(z) + 6H_2(z) + 6O_2(z) = St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(m) \quad \Delta_f H_{298}^0 St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(\text{твёрдый})$ <p>Для того, чтобы получить из данных реакций (1)-(4) реакцию получения соли, необходимо просуммировать реакции (1)-(4) так, чтобы простые вещества, соответствующие составу соли были в левой части уравнения, а сама соль $St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(m)$ была в правой части продуктов реакции. Для этого в уравнении (2) следует поменять местами исходные вещества и продукты реакции, после чего знак теплового эффекта изменится на противоположный - ΔH_2 кДж. Также для уравнивания числа молекул воды уравнение (1) следует помножить на 6, следовательно, тепловой эффект реакции будет также равен $6 \cdot \Delta H_1$. Получаемые уравнения:</p> <ol style="list-style-type: none"> $6H_2(g) + 3O_2(g) = 6H_2O(ж); \quad 6 \cdot \Delta H_1 \text{ кДж};$ $St^{2+}(p) + 2NO_3^-(p) + 6H_2O(ж) = St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(т); \quad -\Delta H_2 \text{ кДж};$ $H_2(g) + N_2(g) + 3O_2(g) = 2H^+(p) + 2NO_3^-(p); \quad \Delta H_3 \text{ кДж};$ $St(т) + 2H^+(p) = St^{2+}(p) + H_2(g); \quad \Delta H_4 \text{ кДж}.$ <p>По закону Гесса суммируем уравнения (1)-(4), после находим повторяющиеся члены уравнения справа и слева:</p> $6H_2(g) + 3O_2(g) + \underline{St^{2+}(p)} + \underline{2NO_3^-(p)} + \underline{6H_2O(ж)} + \underline{H_2(g)} + N_2(g) + 3O_2(g) + St(т) + \underline{2H^+(p)} = \underline{6H_2O(ж)} + St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(т) + \underline{2H^+(p)} + \underline{2NO_3^-(p)} + \underline{St^{2+}(p)} + \underline{H_2(g)}$ <p>В результате сокращения:</p> $St(m) + N_2(z) + 6H_2(z) + 6O_2(z) = St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(m), \text{ следовательно:}$ $\Delta_f H_{298}^0 St(NO_3)_2 \cdot 6H_2O(\text{твёрдый}) = 6 \cdot \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 \text{ кДж/моль}.$ <p>Задание 2. Решение</p> <ol style="list-style-type: none"> Перейдем от процентной концентрации раствора кислоты к молярной: $C = (\rho \cdot w) \cdot 1000 / M \cdot 100 = 1g/cm^3 \cdot 2,3\% \cdot 1000 \text{ мл/л} / 100g/моль \cdot 100\% = 0,23 \text{ моль/л}.$ Рассчитаем pH данной кислоты: $pH = -\lg H^+; \quad [H^+] = \sqrt{K_A \cdot C(HA)}.$ 					

$$H^+ = \sqrt{K \cdot C} = \sqrt{9,9 \cdot 10^{-5} \cdot 0,23} = \sqrt{2,277 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{22,77 \cdot 10^{-6}} = 4,77 \cdot 10^{-3}$$

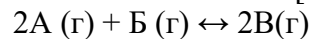
$$pH = -\lg(4,77 \cdot 10^{-3}) = 3 - 0,68 = 2,32$$

Ответ: 2,32

Задание 3. Решение:

Химическая реакция $2A(г) + B(г) \leftrightarrow 2B(г)$ является гомогенной, поэтому при записи константы равновесия учитываются равновесные концентрации всех веществ:

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]^2 \cdot [B]} = \frac{(0,2 \text{ моль/л})^2}{(0,05 \text{ моль/л})^2 \cdot 0,1 \text{ моль/л}} = 160 \text{ л/моль}$$



$$0,05 \quad 0,10 \quad 0,20$$

Исходные концентрации А и Б складываются из текущих равновесных концентраций и израсходованных в ходе реакции количеств. Учитывая, что по реакции соотношение А : В = 1 : 1, в ходе реакции было потрачено 0,20 Моль/л вещества А. Значит его начальная концентрация: $[A]_{\text{нач}} = 0,05 + 0,2 = 0,25$ Моль/л.

Соотношение Б : В = 1 : 2, значит в ходе реакции прореагировало $0,2 \text{ моль/л} \cdot 1/2 = 0,1$ моль/л, а начальная концентрация: $[B]_{\text{нач}} = 0,1 + 0,1 = 0,2$ Моль/л.

$[A]_{\text{нач}} = 0,25$ Моль/л, $[B]_{\text{нач}} = 0,2$ Моль/л.

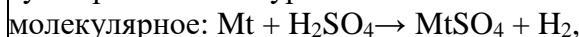
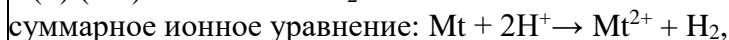
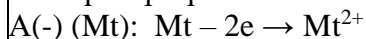
Ответ: $K_c = 160$ л/моль; Моль/л: $[A]_{\text{нач}} = 0,25$; $[B]_{\text{нач}} = 0,2$.

Задание 4. Решение:

по данным задачи видно, что металл Мт является более активным

$$E^0_{Mt^{2+}/Mt} = -1,4В; \quad E^0_{Me^{2+}/Me} = +0,3В; \quad E^0_{2H^+/H_2} = 0,00 В$$

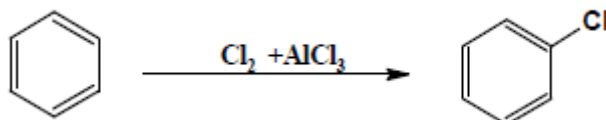
Поэтому в кислой среде Мт будет играть роль анода, при этом металл Мт будет растворяться, его катионы Mt^{2+} будут переходить в раствор, а образующиеся электроны по металлам переходят на катодный участок; менее активный металл Ме будет являться катодом, на котором разряжаются ионы водорода серной кислоты:



где электродвижущая сила (ЭДС) равна: $\Delta E = E_k - E_a = 0,00 В - (-1,4В) = 1,4В$

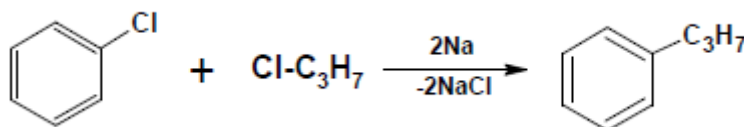
Задание 5. Решение.

1.



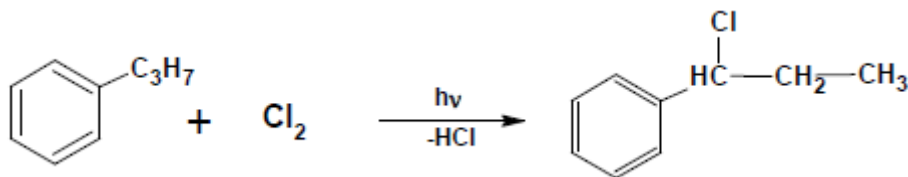
А – хлорбензол.

2.



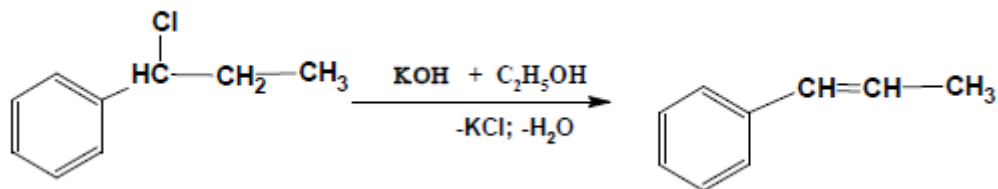
В – пропиленбензол.

3.



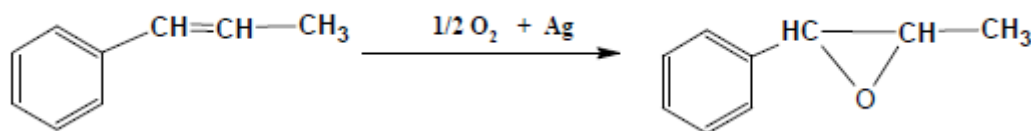
С - 1-хлор-1-фенилпропан.

4.



D: 1-фенилпропен.

5.

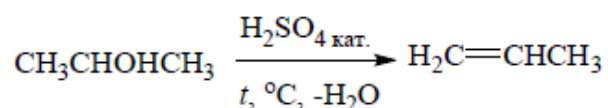


E: 1-фенилпропаноксид.

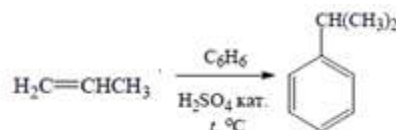
Ответ: конечным продуктом в цепочке превращений является 1-фенилпропаноксид.

Задание 6. Решение:

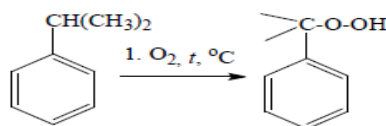
1. Отщепление воды от изопропанола при нагревании, катализируемое серной кислотой, приводит к получению пропена.



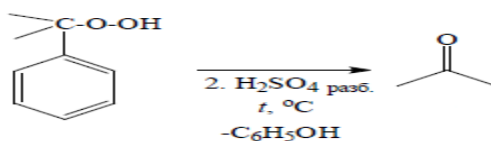
2. Взаимодействие пропена с бензолом, катализируемое серной кислотой, представляет собой реакцию электрофильного ароматического замещения. Электрофил образуется при присоединении H^+ к двойной связи алкена. В результате данного процесса из бензола получается изопропилбензол или кумол:



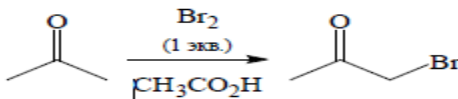
3. Двухстадийный процесс синтеза ацетона и фенола. На первой стадии в результате окисления кумола кислородом при нагревании образуется кумилгидропероксид:



4. Кумилгидропероксид в результате обработки раствором серной кислоты, превращается в фенол и ацетон:



5. Бромацетон образуется на заключительной стадии в результате бромирования ацетона в уксусной кислоте.



Бромацетон (мартонит) — боевое отравляющее вещество, относящееся к группе лакриматоров, которое было впервые применено немцами в июле 1915 года в ходе Первой мировой войны. В настоящее время как отравляющее вещество не используется в связи с малой стойкостью и эффективностью. Используется в синтезе некоторых лекарственных препаратов, например, амфетаминов. Вызывает сильное слезотечение (лакриматор).

Вариант 2

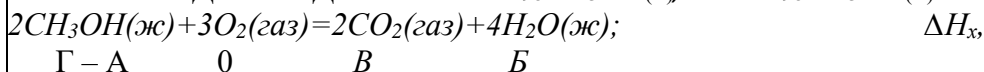
Задание 1. Решение:

Тепловой эффект реакции равен разнице между тепловыми эффектами образования продуктов реакции и исходных веществ. Для заданной реакции под каждым из реагентов запишем тепловые эффекты образования веществ, часть из которых известна. Для простого $O_2(\text{газ})$ энтальпия образования равна 0. Энтальпию образования жидкого метанола можно найти, зная тепловой эффект парообразования жидкого метанола и $\Delta H^0_{298} \text{CH}_3\text{OH}_{(г)} = \Gamma \text{ кДж/моль}$:

$$\text{CH}_3\text{OH}_{(ж)} = \text{CH}_3\text{OH}_{(г)} \quad \Delta H = A \text{ кДж}$$

$$\Delta H^0_{298} \text{CH}_3\text{OH}_{(ж)} = \Gamma \text{ кДж/моль},$$

т.к. $\Delta H = A \text{ кДж} = \Gamma \text{ кДж/моль} - \Delta H^0_{298} \text{CH}_3\text{OH}_{(ж)}$, то $\Delta H^0_{298} \text{CH}_3\text{OH}_{(ж)} = \Gamma - A$



Принимая во внимание коэффициенты для всех реагентов, находим тепловой эффект реакции $\Delta H_x = (2 \cdot B + 4 \cdot B) - [2 \cdot (\Gamma - A) + 0] \text{ кДж/моль}$.

Ответ: $\Delta H_x = 2 \cdot B + 4 \cdot B - 2 \cdot \Gamma + 2 \cdot A \text{ кДж/моль}$.

Задание 2. Решение:

$$\text{H}_2\text{An} = \text{H}^+ + \text{HAn}^- \quad 1 \text{ стадия} \quad K_{\text{диссоциации}, 1} = 4,95 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{HAn}^- = \text{H}^+ + \text{An}^{2-} \quad 2 \text{ стадия} \quad K_{\text{диссоциации}, 2} = 4,95 \cdot 10^{-12}$$

Кислота слабая ($pH = 4,81$), тогда:

по первой ступени:

$$a = \sqrt{K \cdot C} = \sqrt{4,95 \cdot 10^{-8} \cdot 0,02} = \sqrt{247,5 \cdot 10^{-8}} = 15,73 \cdot 10^{-4} = 1,573 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Значит, $\text{HAn}^- = 1,573 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$.

по второй ступени:

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{An}^{2-}]}{[\text{HAn}^-]}; \quad \text{поскольку } [\text{H}^+] \sim [\text{HAn}^-], \text{ то } [\text{An}^{2-}] \sim 4,95 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л.}$$

Ответ: $\text{HAn}^- = 1,573 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$; $[\text{An}^{2-}] \sim 4,95 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л}$.

Задание 3. Решение:

для гомогенной реакции $\text{CO} (\text{г}) + \text{Cl}_2 (\text{г}) = \text{COCl}_2 (\text{г})$ скорость прямой реакции имеет вид: $v_{\text{пр}} = k \cdot [\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]$

Известно, что при концентрации $[\text{CO}] = 1,15 \text{ моль/л}$ скорость реакции оксида углерода и хлора равна $9,2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/(л} \cdot \text{с)}$. Определим какое значение концентрации хлора будет при этих условиях. Зная исходную концентрацию CO и в момент расчета скорости можно узнать прореагировавшее количество CO: $2,15 - 1,15 = 1 \text{ моль/л}$. Так как CO реагирует с хлором 1:1, то хлора тоже было израсходовано 1 моль/л, значит его концентрация стала равна $3,15 - 1 = 2,15 \text{ моль/л}$. Зная это, вычислим k:

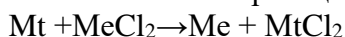
$$k = \frac{v}{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]} = \frac{9,2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/(л} \cdot \text{с)}}{1,15 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 2,15 \text{ моль/л}} = 3,72 \cdot 10^{-4}$$

Определим скорость реакции в момент, когда концентрация $[\text{Cl}_2]$ стала $1,15 \text{ моль/л}$. В этом случае в реакцию уже вступило $3,15 - 1,15 = 2 \text{ моль}$ хлора, а, следовательно, и столько же CO. В итоге концентрация оставшегося CO находится как $2,15 - 2 = 0,15 \text{ моль/л}$. Для этих значений вычислим скорость реакции:

$$v_{\text{пр}} = k \cdot [\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2] = 3,72 \cdot 10^{-4} \cdot 0,15 \cdot 1,15 = 6,42 \cdot 10^{-5}$$

Ответ: $k = 3,72 \cdot 10^{-4}$, $v_{пр} = 6,42 \cdot 10^{-5}$ при $[Cl_2] = 1,15$ моль/л

Задание 4. Решение: сравнивая значения потенциалов металлов, можно определить, что более активный металл – Мт, поэтому он будет вытеснять менее активный металл Ме из его соли согласно реакции:



В начальный момент времени $m(MeCl_2) = 90 \text{ г} \cdot 0,09 = 8,1 \text{ г}$. Известно, что в ходе реакции его масса уменьшилась на 9%, то есть в реакции вступило: $m(MeCl_2)_{прореагир} = 8,1 \text{ г} \cdot 0,09 = 0,729 \text{ г}$. В растворе осталось: $m(MeCl_2)_{оставшегося} = 8,1 \text{ г} - 0,729 \text{ г} = 7,371 \text{ г}$.

Массовая доля соли $MeCl_2$ в данном растворе:

$$\omega(MeCl_2) = \frac{m(MeCl_2)}{m_{раствора}} \cdot 100\% = \frac{7,371 \text{ г}}{99 \text{ г}} \cdot 100\% = 7,45\%$$

Из уравнения видно, что соотношение $MeCl_2 : MtCl_2 = 1 : 1$, значит количество вещества прореагировавшей соли, равно количеству вещества образовавшейся соли:

$$n(MeCl_2) = n(MtCl_2)$$

найдем массу образовавшейся соли $MtCl_2$ из соотношения:

$$\frac{m(MeCl_2)_{прореаг}}{M(MeCl_2)} = \frac{m(MtCl_2)}{M(MtCl_2)}, m(MtCl_2) = \frac{m(MeCl_2)_{прореаг} \cdot M(MtCl_2)}{M(MeCl_2)} = \frac{0,729 \text{ г} \cdot 131 \text{ г/моль}}{291 \text{ г/моль}} = 0,33 \text{ г}$$

Где $M(MtCl_2) = 60 + 35,5 \cdot 2 = 131 \text{ г/моль}$

Где $M(MeCl_2) = 220 + 35,5 \cdot 2 = 291 \text{ г/моль}$

Найдем массовую долю $MtCl_2$ в растворе. Раствор реакционной смеси меняется в ходе реакции, его масса складывается из массы воды, а также массы солей $MtCl_2$ (оставшаяся после вытеснения Ме) и $MeCl_2$ (образовавшаяся в ходе реакции).

$$m(H_2O) = 90 \text{ г} \cdot 0,91 = 81,9 \text{ г}$$

$$m(MeCl_2)_{оставшегося} = 7,371 \text{ г}$$

$$m(MtCl_2) = 0,33 \text{ г}$$

$$m_{р-ра} = 81,9 \text{ г} + 7,371 \text{ г} + 0,33 \text{ г} = 89,6 \text{ г}$$

$$\omega(MtCl_2) = \frac{m(MtCl_2)}{m_{раствора}} \cdot 100\% = \frac{0,33 \text{ г}}{89,6 \text{ г}} \cdot 100\% = 0,37\%$$

$$\omega(MeCl_2) = \frac{m(MeCl_2)}{m_{раствора}} \cdot 100\% = \frac{7,37 \text{ г}}{89,6 \text{ г}} \cdot 100\% = 8,23\%$$

Ответ: $\omega(MtCl_2) = 0,37\%$, $\omega(MeCl_2) = 8,23\%$,

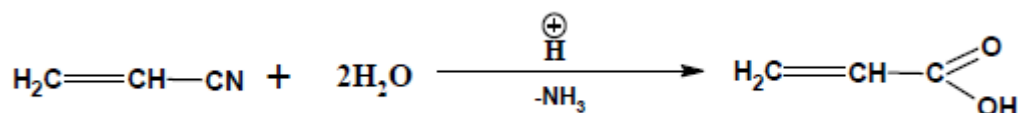
Задание 5. Решение

РЕШЕНИЕ:

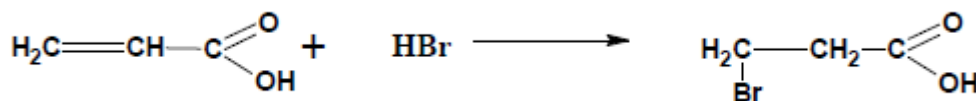
1. Присоединением синильной кислоты к ацетилену получают акрилонитрил:



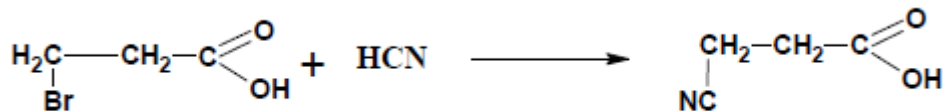
2. Акрилонитрил (нитрил акриловой кислоты) подвергают гидролизу, в результате чего образуется акриловая кислота:



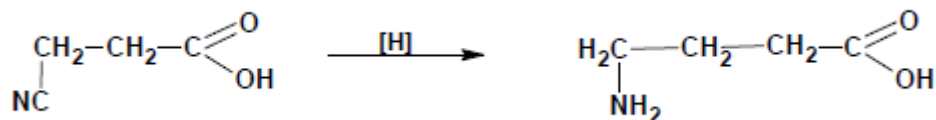
3. К акриловой кислоте присоединяют, против правила Марковникова, бромистый водород:



4. Бром в 3 положении замещают на циано-группу:

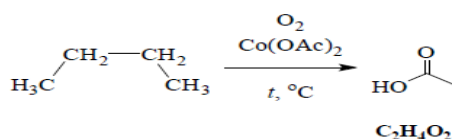


5. Полученный нитрил янтарной (бутандиовой) кислоты восстанавливают до аминокислоты, что позволяет получить 3-аминобутановую кислоту (γ -аминомасляную):

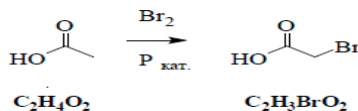


Задание 6. Решение:

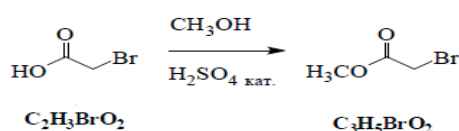
1. Окисление бутана кислородом при нагревании является промышленным способом синтеза уксусной кислоты (10).



2. Реакция Гелля-Фольгарда-Зелинского представляет собой удобный метод для получения α -галогензамещенных карбоновых кислот. Красный фосфор является катализатором данного процесса – из него получается трибромид фосфора, который из кислоты образует бромангидрид:

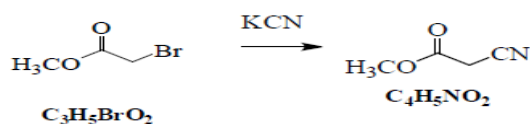


1. Далее бромангидрид галогенируется бромом исключительно по соседнему с карбоксильной группой атому углерода, давая соответствующее галогенпроизводное:

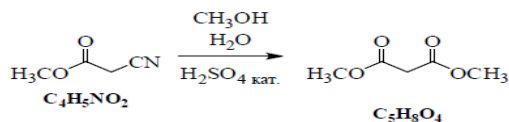


Таким образом, из уксусной кислоты получается бромуксусная кислота, которая вступает в кислотно-катализируемую этерификацию метанолом, давая метилбромацетат.

2. При нуклеофильном замещении бромид-иона на цианид-анион из эфира образуется метиловый эфир циануксусной кислоты:



3. Нитрилы являются производными карбоновых кислот и образуют их при гидролизе. Наследующей стадии по брутто-формулам видно, что ушел атом азота, а добавилась метильная группа и 2 атома кислорода, т.е. произошел гидролиз до кислоты и дальнейшая этерификация до сложного эфира, таким образом, получился диметиловый эфир малоновой кислоты:

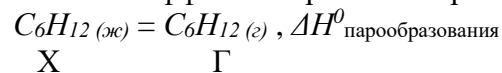


Малоновый эфир (диэтиловый эфир малоновой кислоты, диэтилмалонат) бесцветная жидкость с фруктовым запахом. Используется в органическом синтезе, в производстве лекарственных средств и в пищевой промышленности как ароматизатор.

Вариант 3

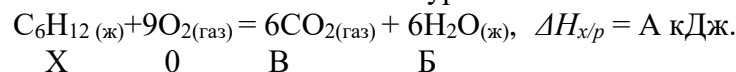
Задание 1. Решение:

Запишем уравнение парообразования соединения $C_6H_{12(ж)}$, записав под уравнением тепловые эффекты образования реагентов, где X – тепловой эффект образования $C_6H_{12(ж)}$:



Из уравнения видно, что $\Delta H^0_{\text{парообразования}} C_6H_{12(ж)} = \Delta H^0_{298} C_6H_{12(г)} - \Delta H^0_{298} C_6H_{12(ж)}$, зная, что $\Delta H^0_{298} C_6H_{12(г)} = \Gamma$, получим: $\Delta H^0_{\text{парообразования}} C_6H_{12(ж)} = (\Gamma - X)$ кДж/моль

X можно найти из известного уравнения:

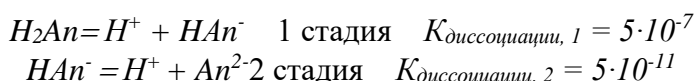


Где $\Delta H_{x/p} = \sum(\Delta H_{\text{продуктов}}) - \sum(\Delta H_{\text{исходных}}) = A = (6*B + 6*B) - (X + 0)$, выразив X получим: $X = (6*B + 6*B) - A$

Подставим X в ранее полученное уравнение: $\Delta H^0_{\text{парообразования}} C_6H_{12(ж)} = \Gamma - X = \Gamma - [(6*B + 6*B) - A] = \Gamma + A - 6*B - 6*B$ кДж/моль

Ответ: $\Delta H^0_{\text{парообразования}} C_6H_{12(ж)} = \Gamma + A - 6*B - 6*B$ кДж/моль.

Задание 2. Решение:



Кислота слабая ($pH = 4,00$), тогда:

$$[An^{2-}] = 5 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л.}$$

Ответ: $[An^{2-}] = 5 \cdot 10^{-11}$ моль/л.

Задание 3. Решение:

Химическая реакция $A(г) + B(г) \leftrightarrow V(г) + \Gamma(г)$ является гомогенной, поэтому при записи константы равновесия учитываются равновесные концентрации всех веществ:

$$K_c = \frac{[V] \cdot [\Gamma]}{[A] \cdot [B]} = 1$$

Пусть в ходе реакции было потрачено x моль вещества A и, соответственно столько же вещества B. Соответственно продуктов образовалось по x моль. Тогда равновесные концентрации веществ можно выразить: $[A] = (2-x)$ моль/л, $[B] = (3-x)$ моль/л, $[V] = x$ моль/л, $[\Gamma] = x$ моль/л.

Подставим значения в выражение константы равновесия и найдем x:

$$K_c = \frac{[V] \cdot [\Gamma]}{[A] \cdot [B]} = \frac{x \text{ моль/л} \cdot x \text{ моль/л}}{(2-x) \text{ моль/л} \cdot (3-x) \text{ моль/л}} = 1$$

Решая уравнение получим: $5x = 6$ получим $x = 1,2$, тогда равновесные концентрации веществ:

$[A] = 2 - 1,2 = 0,8$ моль/л, $[B] = 3 - 1,2 = 1,8$ моль/л, $[V] = 1,2$ моль/л, $[\Gamma] = 1,2$ моль/л.

Ответ: $[A] = 0,8$ моль/л, $[B] = 1,8$ моль/л, $[V] = 1,2$ моль/л, $[\Gamma] = 1,2$ моль/л.

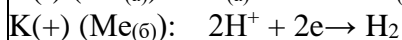
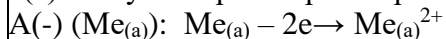
Задание 4. Решение:

известно, что при контакте двух металлов в растворе кислоты или во влажном воздухе растворятся первым будет более активный металл. В связи с этим для $Me_{(б)} = -0,7$ В нужно подобрать более активный металл, чтобы $Me_{(б)}$ растворялся во вторую очередь. Среди представленных $Me_{(а)} = -1,1$ В; $Me_{(в)} = -0,3$ В; $Me_{(г)} = +0,1$ В, таким является лишь $Me_{(а)} = -1,1$ В.

При контакте двух металлов в растворе кислоты или во влажном воздухе возникает

гальванический элемент, в котором роль анода будет играть более активный металл $Me_{(a)}$, с меньшим значением потенциала; а катодом будет менее активный металл $Me_{(б)}$, имеющий больший потенциал. На аноде будет проходить окисление металла $Me_{(a)}$, металл $Me_{(a)}$ будет растворяться, а образующиеся электроны по металлу перейдут на катодный участок, где связываются окислителем.

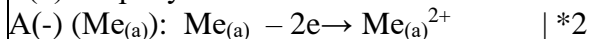
(а) В случае с раствором серной кислоты окислителем являются катионы водорода



Суммарное ионное уравнение: $Me_{(a)} + 2H^+ \rightarrow Me_{(a)}^{2+} + H_2$,

молекулярное: $Me_{(a)} + H_2SO_4 \rightarrow Me_{(a)}SO_4 + H_2$

(б) В присутствии влаги в качестве окислителя выступает кислород воздуха.

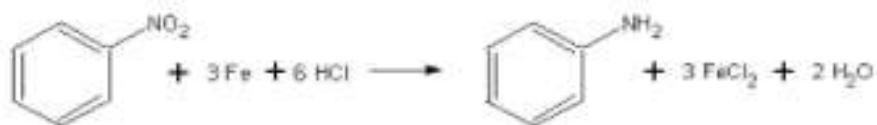


Суммарное уравнение имеет вид: $2 Me_{(a)} + O_2 + 2 H_2O \rightarrow 2 Me_{(a)}(OH)_2$

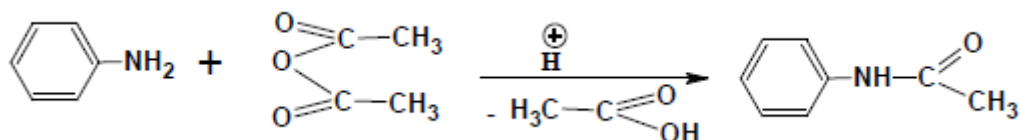
Задание 5. Решение:

РЕШЕНИЕ:

1.

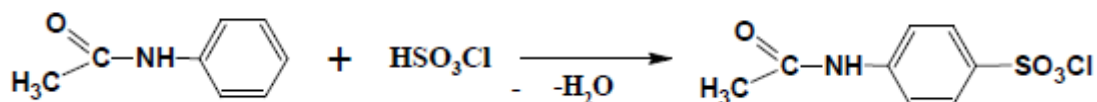


2.



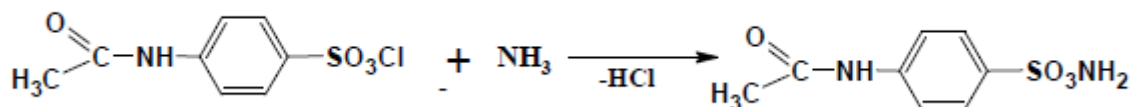
Вещество А: ацетанилид.

3.



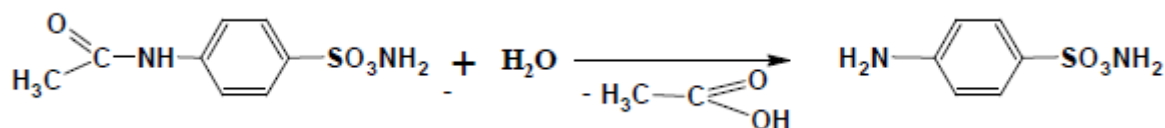
Вещество В: пара-хлорсульфониацетанилид.

4.



Вещество С: 4-аминоацетилбензолсульфамид.

5.

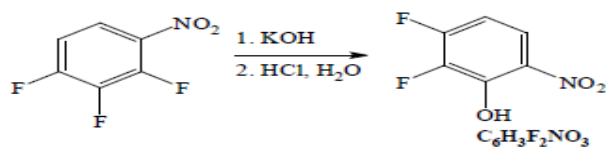


Стрептоцид: 4-аминобензолсульфамид или сульфаниламид.

Ответ: 4-аминобензолсульфамид.

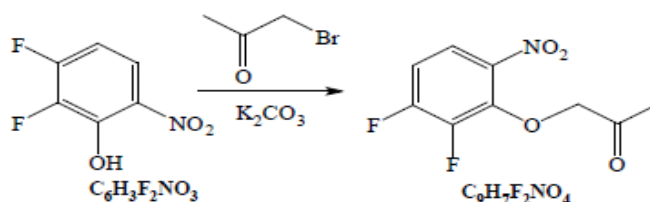
Задание 6. Решение:

Из сравнения брутто-формул исходного соединения, трифторнитробензола, и вещества видно, что один атом фтора заместился на гидроксильную группу.



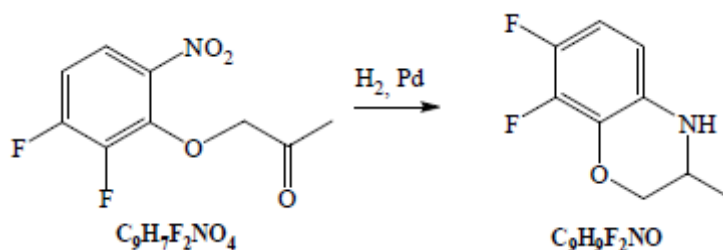
Данная реакция представляет собой пример ароматического нуклеофильного замещения. Нуклеофилы могут атаковать бензольное кольцо только в том случае, когда есть хорошая уходящая группа (-F) и в ароматическом кольце присутствуют акцепторные заместители, которые стягивают на себя электронную плотность. Замещению подвергается атом фтора, находящийся в *o*-положении к нитрогруппе, при этом образуется нитрофенол. При обработке реакционной смеси добавляют соляную кислоту, чтобы фенолят (из-за присутствия щелочи) перевести в фенол.

2.

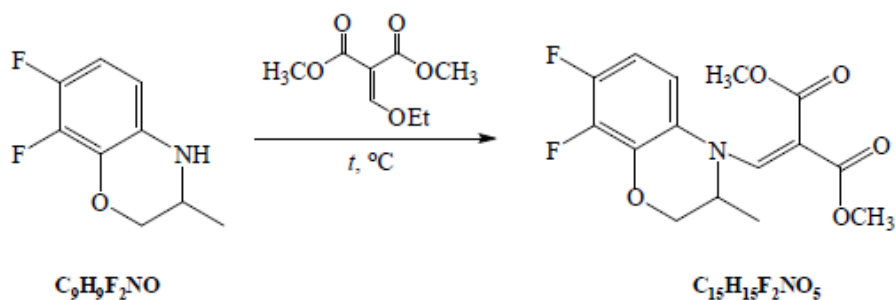


Карбонат калия при взаимодействии с нитрофенолом генерирует фенолят-анион, который как нуклеофил замещает бромид-анион из бромацетона с получением кетона.

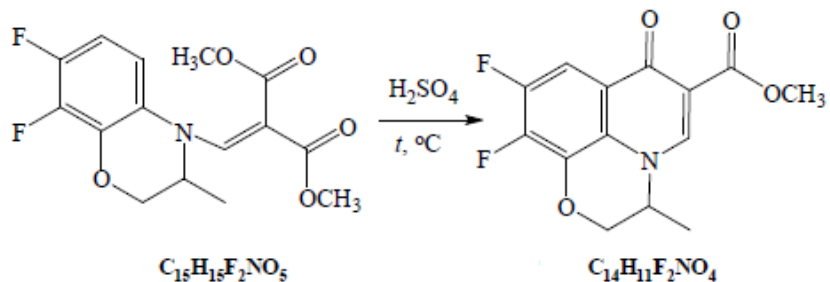
3. На следующей стадии происходят 3 процесса: восстановление нитрогруппы до аминогруппы, циклизация с образованием имина и восстановление иминовой связи до вторичного амина:



4. На следующей стадии при взаимодействии бензоксазина с этоксиметиленмалоновым эфиром происходит конденсация с выделением этанола:



5. На следующей стадии происходит внутримолекулярное кислотнокатализируемое ацилирование ароматического кольца с образованием 2-[(2,5-диметилфуран-3-карбонил)амино]-4,5-дифторбензойной кислоты:

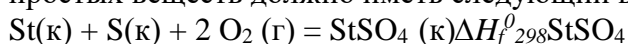


2-[(2,5-диметилфуран-3-карбонил)амино]-4,5-Дифторбензойная кислота используется в фармацевтическом синтезе.

Вариант 4

Задание 1. Решение:

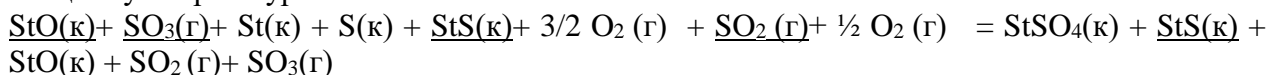
Под стандартной теплотой образования понимают тепловой эффект реакции образования одного моля вещества из простых веществ, его составляющих, находящихся в устойчивых стандартных состояниях. Для соли $StSO_4$ уравнение его образования из простых веществ должно иметь следующий вид:



Для того, чтобы в результате суммирования уравнений (1)-(4) простые вещества оказались в левой части уравнения, а также чтобы максимально сократить повторяющиеся элементы, необходимо предпринять ряд действий. В уравнениях (1)-(2) поменять левую и правую части уравнений, что приведет к изменению знака ΔH на противоположный. Для полного сокращения правых и левых частей итогового суммарного уравнения, все реагенты и тепловые эффекты (3) и (4) помножим на $\frac{1}{2}$. В результате перед суммированием уравнения будут иметь следующий вид:

- 1). $StO(к) + SO_3(г) = StSO_4(к)$, $-\Delta H_1$ кДж;
- 2). $St(к) + S(к) = StS(к)$, $-\Delta H_2$ кДж;
- 3). $StS(к) + 3/2 O_2(г) = StO(к) + SO_2(г)$, $\frac{1}{2}\Delta H_3$ кДж;
- 4). $SO_2(г) + \frac{1}{2} O_2(г) = SO_3(г)$, $\frac{1}{2}\Delta H_4$ кДж.

Общее суммарное уравнение:



Сократив левые и правые части уравнения получим искомое $St + S + 2 O_2 = StSO_4$, где $\Delta H_f^{\circ} StSO_4 = -\Delta H_1 - \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \frac{1}{2}\Delta H_4$ кДж/моль.

Ответ: $\Delta_f H^{\circ} StSO_4 = -\Delta H_1 - \Delta H_2 + \frac{1}{2}\Delta H_3 + \frac{1}{2}\Delta H_4$ кДж/моль.

Задание 2. Решение:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot C(HA)} \quad C_{HA} = \frac{H^2}{K} = \frac{(10^{-4,3})^2}{2,6 \cdot 10^{-5}} = \frac{10^{-8,6}}{2,6 \cdot 10^{-5}} = 0,3846 \cdot 10^{-3,6} = 2,51 \cdot 10^{-4} \cdot 0,3846 = 0,9654 \cdot 10^{-4}$$

Ответ: $0,9654 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Задание 3. Решение:

Химическая реакция $A(г) + B(г) \leftrightarrow 2B(г)$ является гомогенной, поэтому при записи константы равновесия учитываются равновесные концентрации всех веществ:

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A] \cdot [B]} = \frac{(1,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}})^2}{1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} * 2 \text{ моль/л}} = 0,72$$

Так как соотношения реагентов $A : B : B = 1 : 1 : 2$, то израсходованное количество A и B равно $\frac{1}{2} * [B] = \frac{1}{2} * 1,2 \text{ моль/л} = 0,6 \text{ моль/л}$. Исходные концентрации складываются из равновесной концентрации и израсходованного в ходе реакции количества: $[A]_{\text{нач}} = 1 + 0,6 = 1,6 \text{ Моль/л}$; $[B]_{\text{нач}} = 2 + 0,6 = 2,6 \text{ Моль/л}$. $[B]_{\text{нач}} = 0$

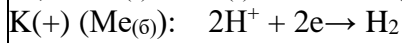
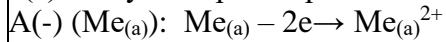
Ответ: $K_c = 0,72$; $[A]_{\text{нач}} = 1,6 \text{ моль/л}$, $[B]_{\text{нач}} = 2,6 \text{ моль/л}$, $[B]_{\text{нач}} = 0 \text{ моль/л}$.

Задание 4. Решение:

исходя из данных задачи: $Me_{(a)} = -0,91 \text{ В}$; $Me_{(б)} = -0,47 \text{ В}$ Защищаемый от коррозии металл $Me_{(a)}$ активнее $Me_{(б)}$. Это является катодным защитным покрытием, т.к. металл, образующий защиту, имеет большее значение потенциала. При контакте двух металлов в

растворе кислоты или во влажном воздухе возникает гальванический элемент, в котором роль анода будет играть более активный металл $Me_{(a)}$, с меньшим значением потенциала; а катодом будет менее активный металл $Me_{(б)}$, имеющий больший потенциал. На аноде будет проходить окисление металла $Me_{(a)}$, металл $Me_{(a)}$ будет растворяться, а образующиеся электроны по металлу перейдут на катодный участок, где связываются окислителем.

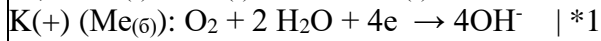
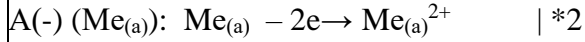
(а) В случае с раствором соляной кислоты окислителем являются катионы водорода



Суммарное ионное уравнение: $Me_{(a)} + 2H^+ \rightarrow Me_{(a)}^{2+} + H_2$,

молекулярное: $Me_{(a)} + 2HCl \rightarrow Me_{(a)}Cl_2 + H_2$

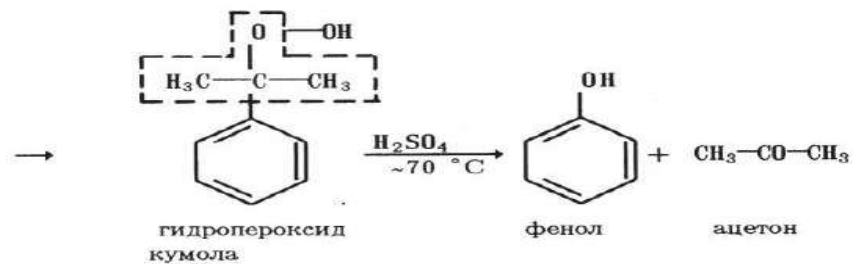
(б) В присутствии влаги в качестве окислителя выступает кислород воздуха.



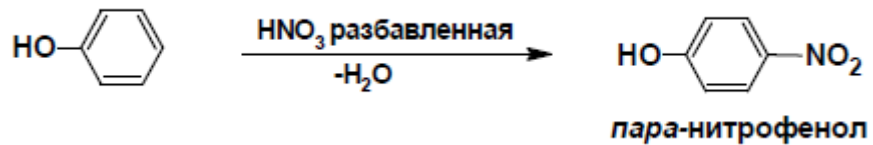
Суммарное уравнение имеет вид: $2 Me_{(a)} + O_2 + 2 H_2O \rightarrow 2 Me_{(a)}(OH)_2$

Задание 5. Решение:

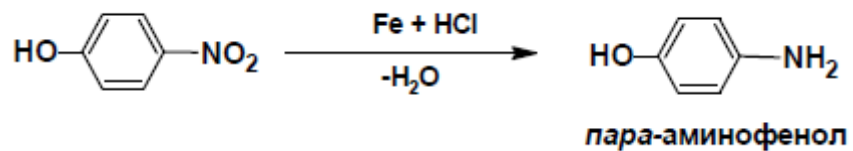
1.



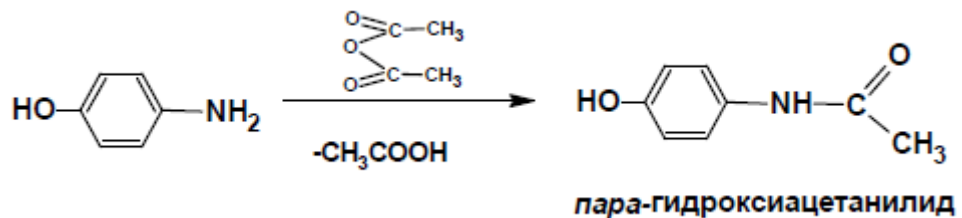
2.



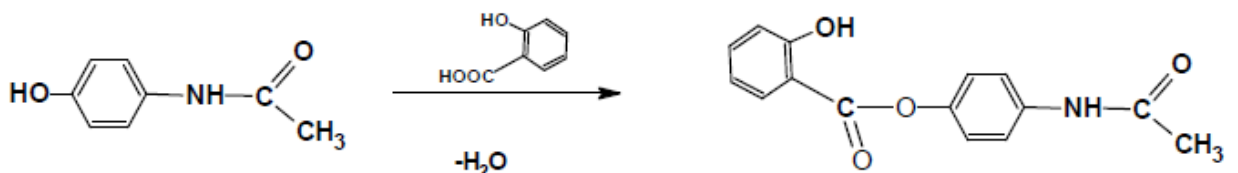
3.



4.

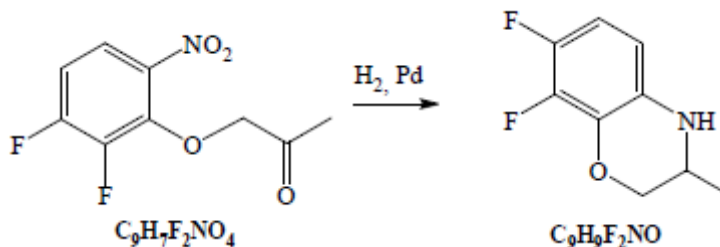


5.

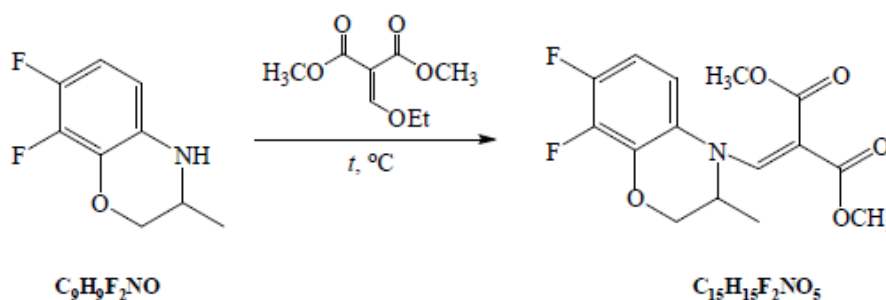


Задание 6. Решение:

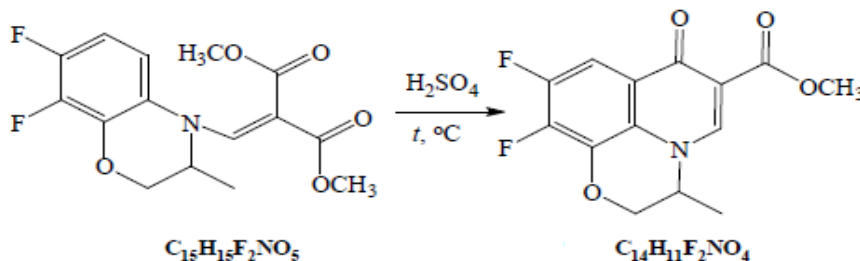
1. Происходит в три стадии: восстановление нитрогруппы до аминогруппы, циклизация с образованием имиона и восстановление иминовой связи до вторичного амина:



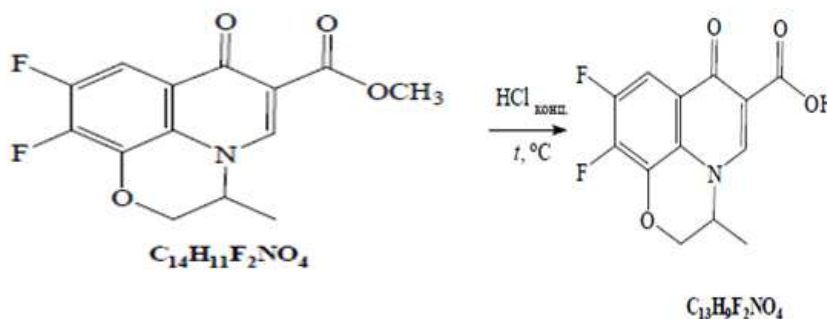
2. На следующей стадии при взаимодействии бензоксазина с этоксиметиленмалоновым эфиром происходит конденсация с выделением этанола:



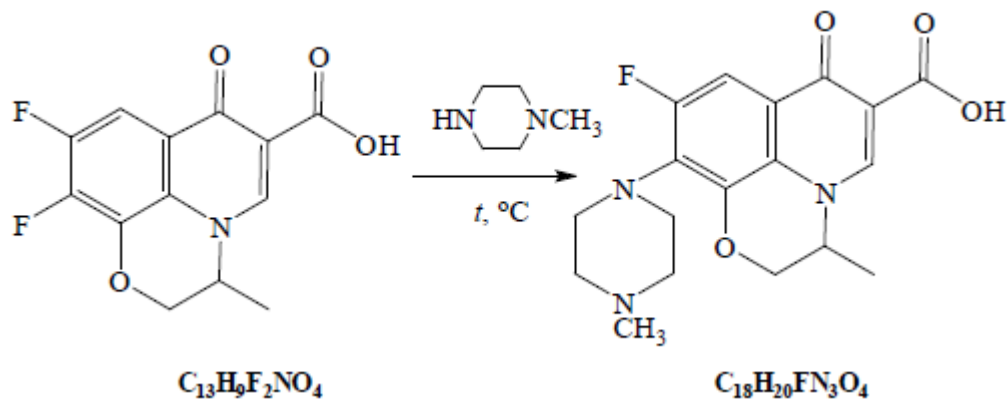
3. На следующей стадии происходит внутримолекулярное кислотно-катализируемое ацилирование ароматического кольца с образованием 2-[(2,5-диметилфуран-3-карбонил)амино]-4,5-дифторбензойной кислоты:



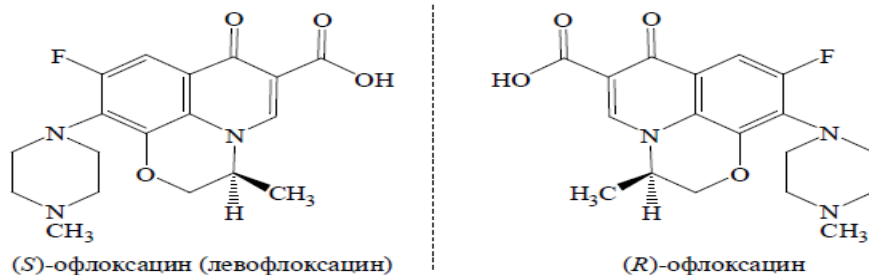
4. Гидролиз сложноэфирной группы до свободной карбоновой кислоты:



5. Нуклеофильное замещение аниона фтора вторичным амином с образованием конечного соединения - офлоксацина.



Структурные формулы двух энантимеров офлоксацина, с указанием конфигурации хирального центра:

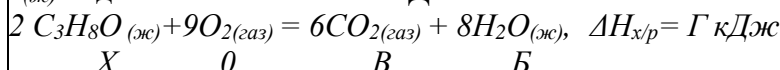


Офлоксацин - антибактериальное средство группы фторхинолонов II поколения. Офлоксацин является рацемической смесью L- и D- энантимеров, антибактериальная активность обуславливается L-энантимером - левофлоксацином, таким образом, антибактериальная активность офлоксацина вдвое меньше, чем у левофлоксацина.

Вариант 5

Задание 1. Решение:

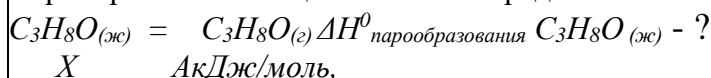
Тепловой эффект реакции равен разнице между тепловыми эффектами образования продуктов реакции и исходных веществ. Для заданной реакции под каждым из реагентов запишем тепловые эффекты образования веществ, часть из которых известна. Для простого $O_2(газ)$ энтальпия образования равна 0. Энтальпию образования $C_3H_8O(ж)$ жидкого обозначим за X кДж/моль.



Зная, что $\Delta H_{x/p} = \sum(\Delta H_{\text{продуктов}}) - \sum(\Delta H_{\text{исходных}})$ получим:

$$\Gamma = (6 \cdot B + 8 \cdot B) - 2X, \text{ следовательно, } X = 3 \cdot B + 4 \cdot B - \frac{1}{2} \Gamma \text{ кДж/моль}$$

Парообразование вещества можно представить в виде реакции:



Тогда $\Delta H^0_{\text{парообразования}} C_3H_8O(ж) = A - X = A - 3 \cdot B - 4 \cdot B + \frac{1}{2} \Gamma \text{ кДж/моль}$.

Ответ: $\Delta H^0_{\text{парообразования}} C_3H_8O(ж) = A - 3 \cdot B - 4 \cdot B + \frac{1}{2} \Gamma \text{ кДж/моль}$.

Задание 2. Решение: Растворимость одной соли более чем в 2 раза выше растворимости другой соли.

$$P_{M_2A} = [M^+] \cdot [B^-] = x^2 = 9 \cdot 10^{-11}; \text{ растворимость, } x = S = \sqrt{9 \cdot 10^{-11}} = 10^{-5} \cdot \sqrt{0,9} = 0,95 \cdot 10^{-5}.$$

$$P_{M_2A} = [M^+]^2 \cdot [B^-] = (2x)^2 \cdot x = 4x^3 = 1 \cdot 10^{-12}; \text{ растворимость, } x = S = 10^{-4} \cdot \sqrt[3]{0,25} = 0,63 \cdot 10^{-4} = 6,3 \cdot 10^{-5}.$$

Ответ: Более растворима соль M_2A ($6,3 \cdot 10^{-5} / 0,95 \cdot 10^{-5} = 6,63$ раз).

Задание 3. Решение:

Химическая реакция $A(г) + B(г) \leftrightarrow 2B(г)$ является гомогенной, поэтому при записи

константы равновесия учитываются равновесные концентрации всех веществ:

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A] \cdot [B]} = \frac{(1,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}})^2}{1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} * 2 \text{ моль/л}} = 0,72$$

Известно, что концентрацию А увеличили до 1,2 моль/л, после чего система будет достигать нового химического равновесия, однако константа равновесия при этом не изменится. Пусть количество прореагировавшего вещества А в момент наступления нового химического равновесия будет равно х, тогда равновесные концентрации всех веществ: [А] = (1,2 – х) моль/л, [Б] = (2 – х) моль/л, [В] = (1,2 + 2х) моль/л.

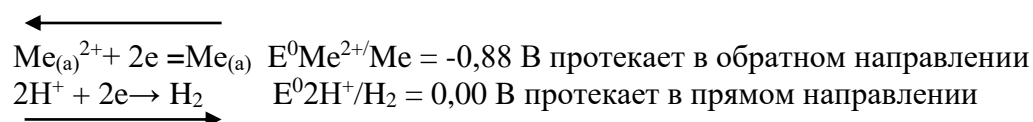
$$K_c = \frac{[B]^2}{[A] \cdot [B]} = \frac{(1,2 + 2x \frac{\text{моль}}{\text{л}})^2}{(1,2 - x) \frac{\text{моль}}{\text{л}} * (2 - x) \text{ моль/л}} = 0,72$$

После выполнения всех упрощений и решения квадратного уравнения получаем два корня: $x_1 \approx 2,21$ и $x_2 \approx 0,04$. Учитывая, что отрицательные значения не имеет физического смысла, а убыль концентрации исходного вещества не может быть больше величины самой концентрации берем значение $x=0,04$. Тогда концентрации участников реакции после установления состояния равновесия:

[А] = 1,2 – 0,04 = 1,16 моль/л, [Б] = 2 – 0,04 = 1,96 моль/л, [В] = 1,2 + 2*0,04 = 1,28 моль/л.
 Ответ: $K_c=0,72$; [А] = 1,16 моль/л, [Б] = 1,96 моль/л, [В] = 1,28 моль/л.

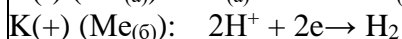
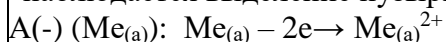
Задание 4. Решение:

кислота НВг является окислителем за счет ионов $H^+ E^0 2H^+/H_2 = 0,00 \text{ В}$, то есть в ней растворяются все металлы, стоящие в электрохимическом ряду напряжений левее водорода, имеющие отрицательные значения E^0 , при этом образуется соответствующая соль и выделяется водород. Исходя из данных задачи: $Me_{(a)} = -0,88 \text{ В}$; $Me_{(б)} = -0,11 \text{ В}$ можно сделать вывод, что оба металла должны растворяться в растворе кислоты. Однако, наблюдения при погружении металлов в кислоту говорят лишь о заметном растворении металла $Me_{(a)}$, второй металл не растворяется в виду небольшого отрицательного значения E^0 . Процесс можно описать уравнениями:



Суммарное ионное: $Me_{(a)} + 2H^+ \rightarrow Me_{(a)}^{2+} + H_2$; молекулярное: $Me_{(a)} + 2HCl \rightarrow Me_{(a)}Cl_2 + H_2$ то есть металл растворяется, на его поверхности образуются пузырьки бесцветного газа водорода. Электродвижущая сила процесса $\Delta E = E^0 2H^+/H_2 - E^0 Me^{2+}/Me = 0,00 \text{ В} - (-0,88 \text{ В}) = 0,88 \text{ В}$

При контакте двух металлов в растворе кислоты возникает гальванический элемент, в котором роль анода будет играть более активный металл $Me_{(a)}$, с меньшим значением потенциала, а катодом будет менее активный металл $Me_{(б)}$, имеющий больший потенциал. На аноде будет проходить окисление металла $Me_{(a)}$, металл $Me_{(a)}$ будет растворяться, а образующиеся электроны по металлу перейдут на катодный участок, где связываются окислителем, в данном случае катионами водорода, а на самом металле $Me_{(б)}$ будет наблюдаться выделение пузырьков водорода, что и подтверждается наблюдениями:



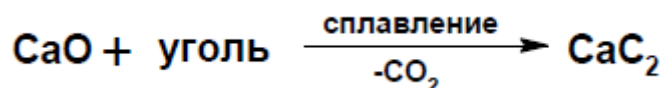
Суммарное ионное уравнение: $Me_{(a)} + 2H^+ \rightarrow Me_{(a)}^{2+} + H_2$,

молекулярное: $Me_{(a)} + 2HCl \rightarrow Me_{(a)}Cl_2 + H_2$

Электродвижущая сила (ЭДС) данного гальванического элемента $\Delta E = E_k - E_a = E^0 2H^+/H_2 - E^0 Me^{2+}/Me = 0,00 \text{ В} - (-0,88 \text{ В}) = 0,88 \text{ В}$

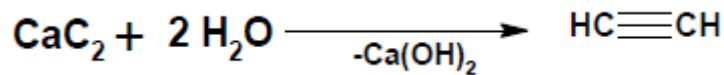
Задание 5. Решение:

1.



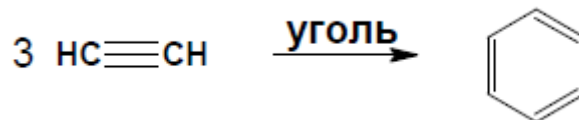
Вещество А: карбид кальция

2.



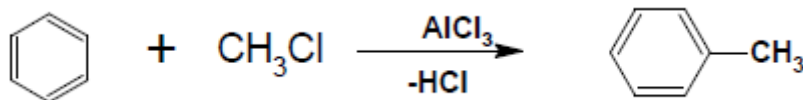
Вещество **В**: ацетилен

3.



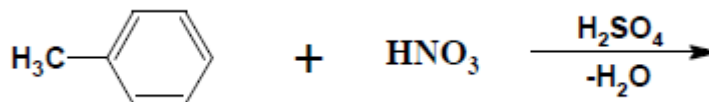
Вещество **С**: бензол.

4.

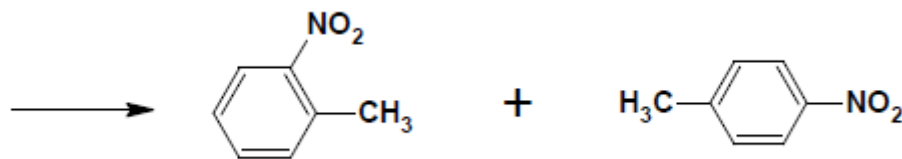


Вещество **Д**: толуол

5.

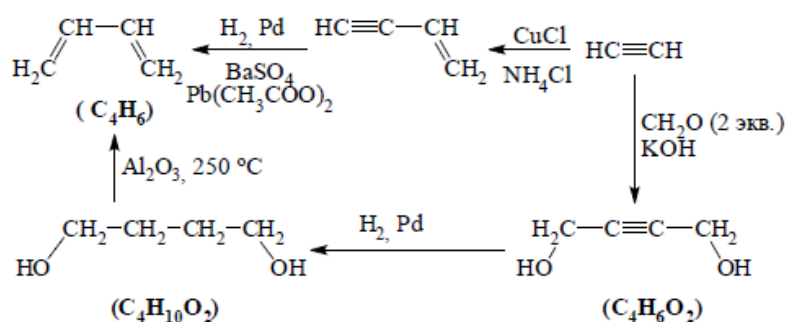


Метильный радикал является ориентантом I рода. Соответственно направляет реакцию электрофильного замещения в орто- и пара- положения с образованием двух изомерных продуктов:



Ответ: *орто*-нитротолуол и *пара*-нитротолуол.

Задание 6. Решение:



1. При нагревании ацетилена с гидроксидом калия и формальдегидом по реакции Фаворского образуется диол **А**.

2. Образование алифатического диола **В**.

3. Дегидратация диола в диен **С** при нагревании над оксидом алюминия.

4. Ацетилен димеризуется в присутствии хлорида меди(I) с получением винилацетилена **Д**.

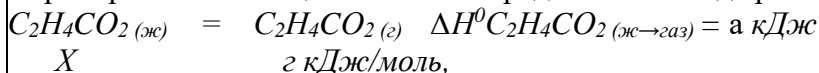
5. Винилацетилен при восстановлении на отравленном катализаторе образует бутадиен-1,3.

Бутадиен применяется при производстве каучуков. Бутадиеновые каучуки получают полимеризацией бутадиена-1,3 на стереоскопических катализаторах.

Вариант 6

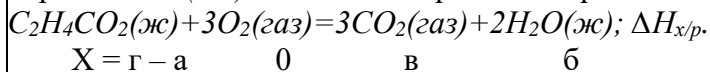
Задание 1. Решение:

Парообразование вещества можно представить в виде реакции:



Где X – тепловой эффект образования $C_2H_4CO_2(ж)$. Тогда $\Delta H^0 C_2H_4CO_2(ж \rightarrow газ) = a \text{ кДж} = \gamma - X$, следовательно, $X = \gamma - a$

Тепловой эффект реакции равен разнице между тепловыми эффектами образования продуктов реакции и исходных веществ. Для заданной реакции под каждым из реагентов запишем тепловые эффекты образования веществ, часть из которых известна. Для простого $O_2(газ)$ энтальпия образования равна 0.



Тогда $\Delta H_{x/p} = 3 \cdot \nu + 2 \cdot \delta - \gamma + a \text{ кДж}$

Ответ: $\Delta H_{x/p} = 3 \cdot \nu + 2 \cdot \delta - \gamma + a \text{ кДж}$.

Задание 2. Решение:

$PR_{AD} = [A^+] \cdot [D^-] = x^2 = 10,5 \cdot 10^{-8}$; растворимость, $x = S = \sqrt{10,5 \cdot 10^{-8}} = 10^{-4} \cdot \sqrt{10,5} = 3,24 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$.

$m(A) = 62 \text{ г/моль} \cdot 3,24 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} = 200,88 \cdot 10^{-4} = 0,020088 \text{ г}$.

Ответ: 0,020088 г.

Задание 3. Решение:

Химическая реакция $H_2SO_3(г) \leftrightarrow SO_2(г) + H_2O(г)$ является гомогенной, поэтому при записи константы равновесия учитываются равновесные концентрации всех веществ:

$$K_c = \frac{[SO_2] \cdot [H_2O]}{[H_2SO_3]} = \frac{0,15 \frac{\text{моль}}{\text{л}} * 0,2 \text{ моль/л}}{0,1 \text{ моль/л}} = 0,3 \text{ моль/л}$$

Известно, что концентрацию SO_2 увеличили на 0,01 моль/л, после чего система будет достигать нового химического равновесия, однако константа равновесия при этом не изменится. Пусть количество прореагировавшего вещества SO_2 в момент наступления нового химического равновесия будет равно x , тогда равновесные концентрации всех веществ: $[SO_2] = (0,16 - x) \text{ моль/л}$, $[H_2O] = (0,2 - x) \text{ моль/л}$, $[H_2SO_3] = (0,1 + x) \text{ моль/л}$.

$$K_c = \frac{[SO_2] \cdot [H_2O]}{[H_2SO_3]} = \frac{(0,16 - x) \frac{\text{моль}}{\text{л}} * (0,2 - x) \text{ моль/л}}{(0,1 + x) \text{ моль/л}} = 0,3 \text{ моль/л}$$

После выполнения всех упрощений и решения квадратного уравнения получаем два корня: $x_1 \approx 0,003$ и $x_2 \approx 0,66$. Учитывая, что убыль концентрации исходного вещества не может быть больше величины самой концентрации берем значение $x = 0,003$. Тогда новые равновесные концентрации участников реакции:

$[SO_2] = 0,16 - 0,003 = 0,157 \text{ моль/л}$, $[H_2O] = 0,2 - 0,003 = 0,197 \text{ моль/л}$, $[H_2SO_3] = 0,1 + 0,003 = 0,103 \text{ моль/л}$.

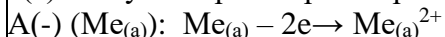
Ответ: $[SO_2] = 0,157 \text{ моль/л}$, $[H_2O] = 0,197 \text{ моль/л}$, $[H_2SO_3] = 0,103 \text{ моль/л}$.

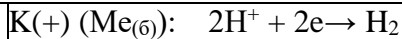
Задание 4. Решение:

известно, что при контакте двух металлов в растворе кислоты или во влажном воздухе растворятся первым будет более активный металл. В связи с этим для $Me_{(6)} = -0,6 \text{ В}$ нужно подобрать более активный металл, чтобы $Me_{(6)}$ растворялся во вторую очередь. Среди представленных $Me_{(a)} = -1,0 \text{ В}$; $Me_{(b)} = -0,44 \text{ В}$; $Me_{(r)} = +0,3 \text{ В}$, таким является лишь $Me_{(a)} = -1,0 \text{ В}$.

При контакте двух металлов в растворе кислоты или во влажном воздухе возникает гальванический элемент, в котором роль анода будет играть более активный металл $Me_{(a)}$, с меньшим значением потенциала; а катодом будет менее активный металл $Me_{(6)}$, имеющий больший потенциал. На аноде будет проходить окисление металла $Me_{(a)}$, металл $Me_{(a)}$ будет растворяться, а образующиеся электроны по металлу перейдут на катодный участок, где связываются окислителем.

(а) В случае с раствором серной кислоты окислителем являются катионы водорода

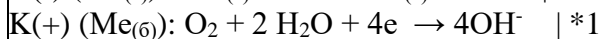
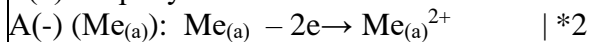




Суммарное ионное уравнение: $Me_{(a)} + 2H^+ \rightarrow Me_{(a)}^{2+} + H_2$,

молекулярное: $Me_{(a)} + H_2SO_4 \rightarrow Me_{(a)}SO_4 + H_2$

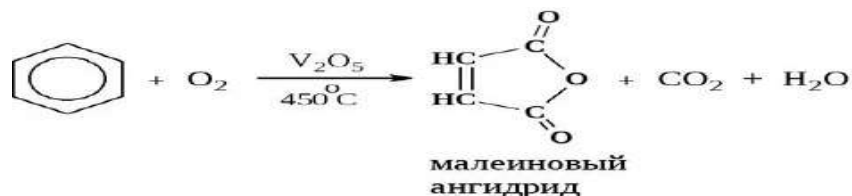
(б) В присутствии влаги в качестве окислителя выступает кислород воздуха.



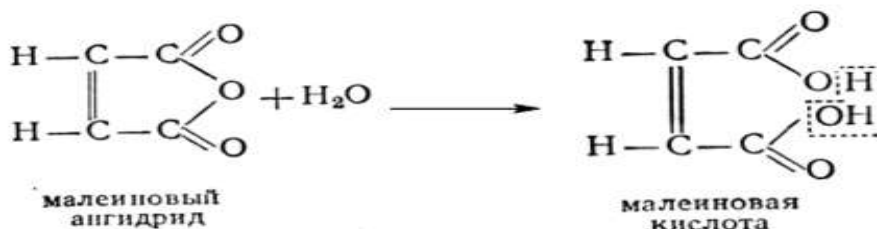
Суммарное уравнение имеет вид: $2 Me_{(a)} + O_2 + 2 H_2O \rightarrow 2 Me_{(a)}(OH)_2$

Задание 5. Решение:

А

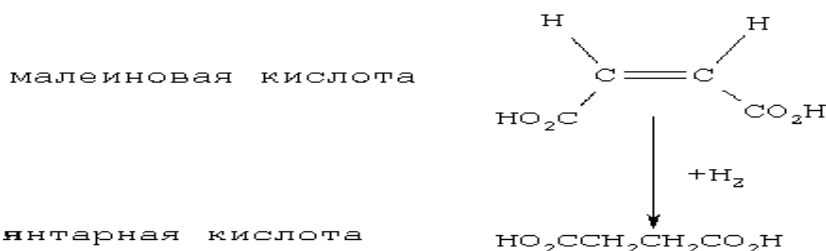


Б

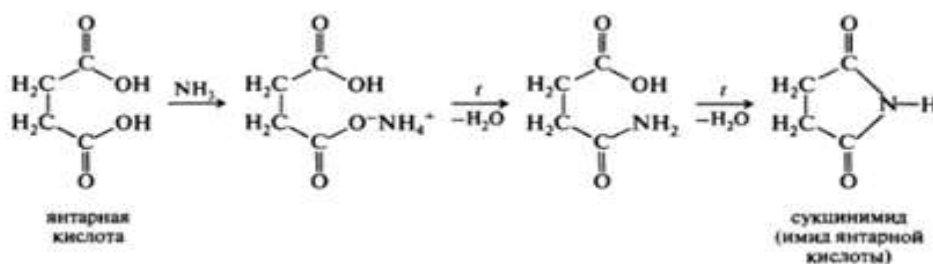


Maleinová kyselota ili cis – butendievaya

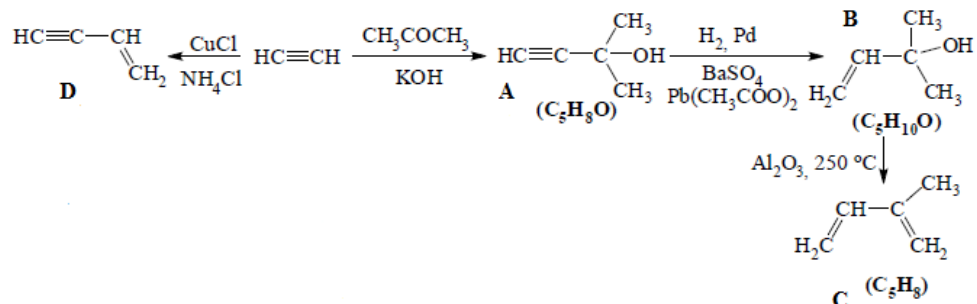
В



Г,Д



Задание 6. Решение:



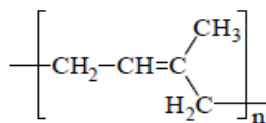
1. Ацетиленид-анион, образующийся из ацетилена и гидроксида калия, присоединяется по карбонильной группе ацетона с образованием непредельного спирта **А**.

2. При восстановлении на «отравленном» катализаторе непредельного спирта **А**

образуется диметилаллиловый спирт **В**.

3. При дегидратации диметилаллилового спирта **В** над оксидом алюминия получается изопрен **С**.

4. Полимеризация изопрена **С** в изопреновый каучук.



Р₄

Изопреновый каучук

5. Ацетилен димеризуется в присутствии хлорида меди(I) с получением винилацетилена **Д**.

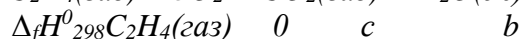
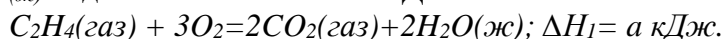
Винилацетилен является промежуточным продуктом в производстве масло- и бензостойкого синтетического хлоропренового каучука.

Изопреновый каучук, содержащий неокрашивающие антиоксиданты, используют для получения цветных изделий народного потребления: игрушек, спортивного инвентаря и др.

Вариант 7

Задание 1. Решение:

Тепловой эффект реакции равен разнице между тепловыми эффектами образования продуктов реакции и исходных веществ. Для заданной реакции под каждым из реагентов запишем тепловые эффекты образования веществ, часть из которых известна. Для простого $O_2(\text{газ})$ энтальпия образования равна 0. Энтальпию образования C_3H_8O (ж) жидкого обозначим за X кДж/моль.



Зная, что $\Delta H_{x/p} = \sum(\Delta H_{\text{продуктов}}) - \sum(\Delta H_{\text{исходных}})$ получим:

$$a = 2 \cdot c + 2 \cdot b - \Delta_f H_{298}^0 C_2H_4(\text{газ}), \text{ отсюда } \Delta_f H_{298}^0 C_2H_4(\text{газ}) = 2 \cdot c + 2 \cdot b - a$$

Ответ: $\Delta_f H_{298}^0 C_2H_4(\text{газ}) = 2 \cdot c + 2 \cdot b - a$

Задание 2. Решение:

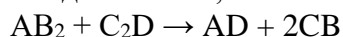
Если произведение концентраций ионов в растворе в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам, которое называют ионным произведением (ИП), превышает значение константы растворимости, то происходит выпадение осадка:

ИП \geq KS – основное условие выпадения осадка; соответственно,

ИП $<$ KS – условие растворения осадка

Ионное произведение вычисляется по той же формуле, что и константа растворимости (произведение растворимости), но в уравнении используются не равновесные концентрации, а те, которые получились в растворе в результате растворения электролитов или сливания растворов. Выражают концентрации ионов в моль/л, и, обычно, обозначают как $C(X)$

Следовательно,



$$\text{ИП}(AD) = C(A) \cdot C(D) \geq \text{ИП}_{AD} = 10,5 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{Тогда, } 0,001 \cdot C(D) \geq 10,5 \cdot 10^{-8}$$

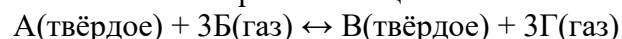
$$C(D) \geq 10,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$m(C_2D) \geq 10,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л} \cdot 250 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ л} = 2625 \cdot 10^{-5} = 0,02625 \text{ г.}$$

Ответ: 0,02625 г.

Задание 3. Решение:

Химическая реакция является гетерогенной, поэтому константу равновесия записывают только по газообразным веществам



$$K_c = \frac{[\Gamma]^3}{[\text{Б}]^3} = \frac{(0,25 \text{ Моль/л})^3}{(0,15 \text{ Моль/л})^3} \cong 4,63$$

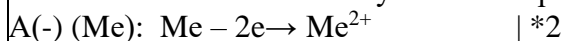
Исходное концентрация единственного исходного газообразного вещества Б складывается из текущей равновесной концентрации его в реакции $[\text{Б}] = 0,15 \text{ Моль/л}$ и израсходованной в ходе реакции. По реакции видно, что вещества Б и Г находятся в соотношении 1 : 1, следовательно израсходовано было столько же Б, что и равновесная концентрация Г $[\Gamma] = 0,25 \text{ Моль/л}$. $[\text{Б}]_{\text{нач}} = 0,15 + 0,25 = 0,4 \text{ Моль/л}$. В начальный момент времени газообразное вещество Г отсутствовало $[\Gamma]_{\text{нач}} = 0 \text{ Моль/л}$.

Ответ: $K_c \approx 4,63$; $[\text{Б}]_{\text{нач}} = 0,4 \text{ Моль/л}$, $[\Gamma]_{\text{нач}} = 0 \text{ Моль/л}$.

Задание 4. Решение: из данных задачи

$$E^0 \text{Me}^{2+}/\text{Me} = -1,5\text{В}; \quad E^0 \text{Mt}^{2+}/\text{Mt} = +0,5\text{В}; \quad E^0 \text{O}_2/\text{OH}^- = 0,401\text{В}.$$

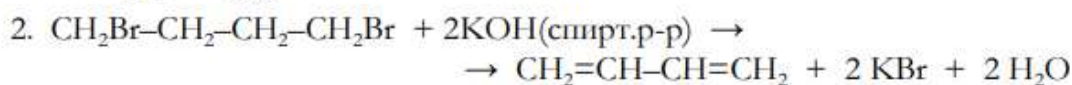
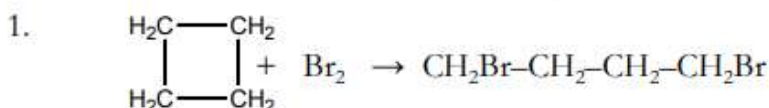
Видно, что более активный металл – Me, менее активный Mt. Зная, что при контакте двух металлов во влажном воздухе возникает гальванический элемент, в котором роль анода будет играть более активный металл Me, с меньшим значением потенциала, а катодом будет менее активный металл Mt, имеющий больший потенциал. На аноде будет проходить окисление металла Me, образующиеся электроны по металлу перейдут на катодный участок, где связываются окислителем из окружающей среды. В присутствие влаги в качестве окислителя выступает кислород воздуха.



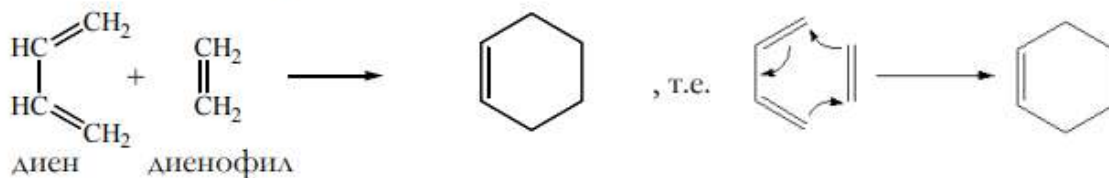
Суммарное уравнение имеет вид: $2 \text{Me} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Me}(\text{OH})_2$

где электродвижущая сила (ЭДС) равна: $\Delta E = E_{\text{к}} - E_{\text{а}} = 0,401 \text{ В} - (-1,5\text{В}) = 1,901\text{В}$

Задание 5. Решение:



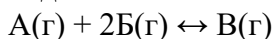
3. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера)



Задание 6. Решение:

Ответ: $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

Задание 3. Решение:



0,05 0,10 0,20

Исходные концентрации А и В складываются из текущих равновесных концентраций и израсходованных в ходе реакции количеств. Учитывая, что по реакции соотношение А : В = 1 : 1, в ходе реакции было потрачено 0,20 Моль/л вещества А. Значит его начальная концентрация: $[A]_{нач} = 0,05 + 0,2 = 0,25$ Моль/л.

Соотношение Б : В = 2 : 1, значит в ходе реакции прореагировало $0,2 \text{ моль/л} \cdot 2 = 0,4 \text{ моль/л}$, а начальная концентрация: $[B]_{нач} = 0,1 + 0,4 = 0,5$ Моль/л.

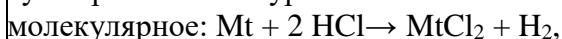
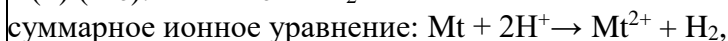
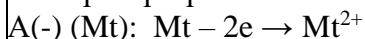
Ответ: $[A]_{нач} = 0,25$ Моль/л, $[B]_{нач} = 0,5$ Моль/л.

Задание 4. Решение:

по данным задачи видно, что металл Мт является более активным

$E^0_{Mt^{2+}/Mt} = -1,5В$; $E^0_{Me^{2+}/Me} = +0,5В$; $E^0_{2H^+/H_2} = 0,00 В$

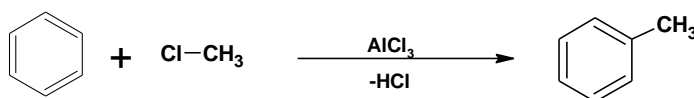
Поэтому в кислой среде Мт будет играть роль анода, при этом металл Мт будет растворяться, его катионы Mt^{2+} будут переходить в раствор, а образующиеся электроны по металлам переходят на катодный участок; менее активный металл Ме будет являться катодом, на котором разряжаются ионы водорода соляной кислоты:



где электродвижущая сила (ЭДС) равна: $\Delta E = E_k - E_a = 0,00 В - (-1,5В) = 1,5В$

Задание 5. Решение

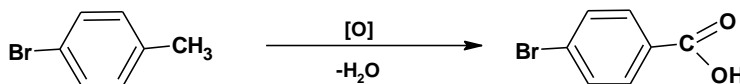
По реакции Фриделя-Крафтса алкилируют бензол хлористым метилом, в присутствии хлористого алюминия:



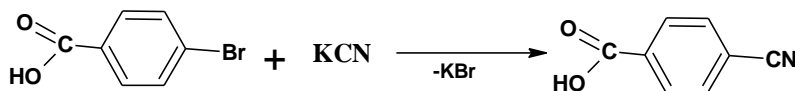
2. Бромуют полученный толуол:



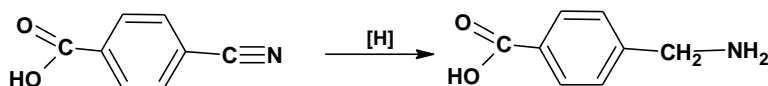
3. *para*-Бромтолуол окисляют до бензойной кислоты:



4. *para*-Бромбензойную кислоту подвергают воздействию цианида калия:

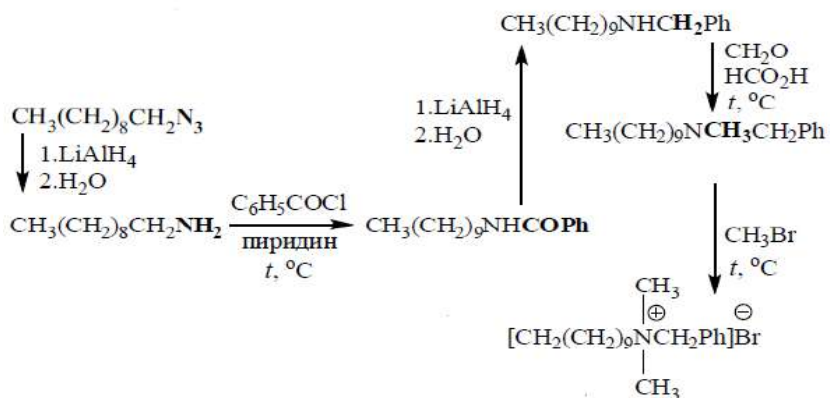


5. *para*- Цианобензойную кислоту восстанавливают до конечной *para*-аминометил бензойной кислоты



Ответ: *para*- аминометил бензойная кислота.

Задание 6. Решение:



1. Дециламин образуется после восстановления алюмогидридом лития азидов.
2. Ацилирование дециламина хлористым бензоилом приводит к получению амида.
3. При восстановлении амида алюмогидридом лития получается децилбензиламин.
4. По реакции Эшвайлера-Кларка из вторичного амина образуется метилбензилдециламин.
5. В результате нуклеофильного замещения третичным амином бромидиона в алкилгалогениде образуется четвертичная аммонийная соль диметилбензилдециламмоний бромид.

Четвертичная аммонийная соль диметилбензилдециламмоний бромид - антисептическое и дезинфицирующее средство. Предназначается для использования в дезинфекции, консервации древесины, нефтегазодобыче.