

**РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 11 класса**

2025-2026 уч.год

Решение задачи 11.1:

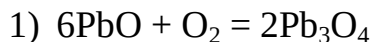
Из последних продуктов первой цепи (MeSO_4) определяем, что Me – свинец, т.к. натрий образует сульфат Na_2SO_4 .

Определяем оксиды свинца в первой цепи:

Оксиды свинца – PbO , PbO_2 , Pb_3O_4 .

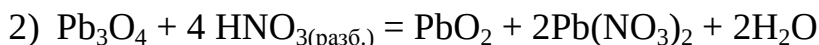
Оксид PbO_2 образуется по реакции $\text{E} + \text{HNO}_{3(\text{разб.})}$, значит PbO и Pb_3O_4 – вещества A и E .

Записываем уравнения реакций первой цепи:



A

E



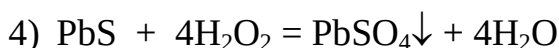
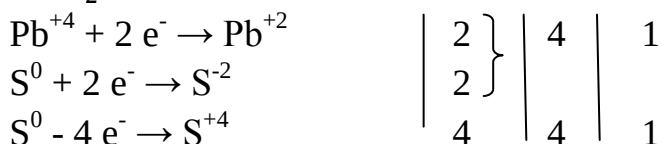
E

MeO₂



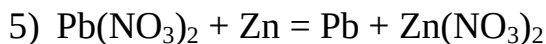
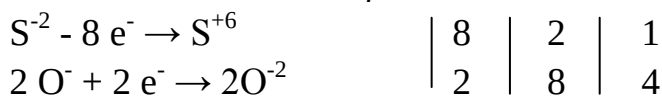
MeO₂

F



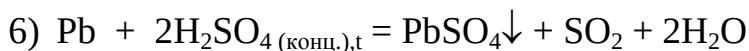
F

MeSO₄



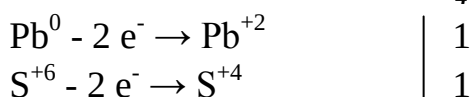
G

Me



Me

MeSO₄



При разложении гексагидроксоплюмбата натрия можно предположить выделения H_2 или O_2 (простые вещества, цепочка 2). При взаимодействии водорода с NO образуется азот и вода (оксид), но далее реакция с NaOH не имеет смысла. Значит B – кислород.

Записываем уравнения реакции второй цепи:



B

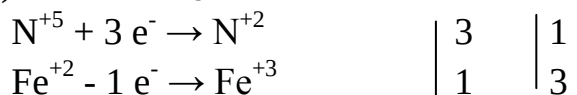
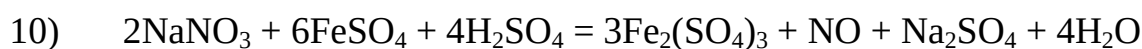
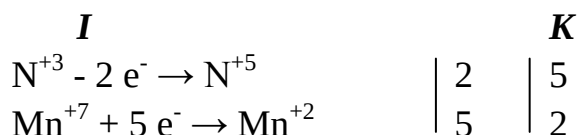
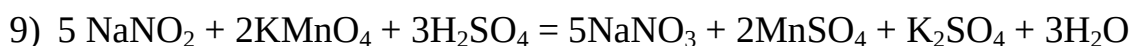
H



H

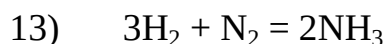
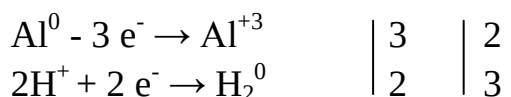
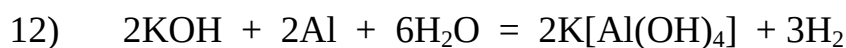
I

K



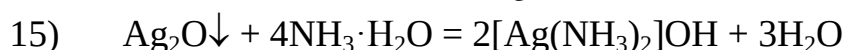
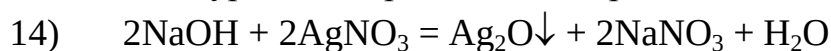
Из оставшихся элементов можно предположить 2 оксида - H_2O и Na_2O .
Но реакция Na_2O с калием не протекает, поэтому **C** - H_2O .

Записываем уравнения реакции третьей цепи:



Определяем последнее вещество **D** - это либо Na_2O , либо NaOH . Оксид натрия не будет взаимодействовать с AgNO_3 , значит **D** – NaOH .

Записываем уравнения реакции четвертой цепи:



Оценивание:

Определение А, В, С, D по 0,5 баллов	2 балла
Запись уравнений реакций 5, 7, 8, 11, 13, 14 по 0,5 баллов	3 балла
Запись уравнений реакций 1, 2, 3, 6, 9, 12, 15 по 1 баллу	7 баллов
Запись уравнений реакций 4, 10 по 1,5 балла	3 балла
Определение E, F, G, H, I, K, L, M, Q, R по 0,5 баллов	5 баллов
Итого	20 баллов

Решение задачи 11.2.

1. Энергия активации это минимальное количество энергии, которым должны обладать частицы, чтобы вступить в химическую реакцию. (Определение может быть другим с сохранением физического смысла.)

2. На скорость реакции влияют концентрация, температура, катализатор, общее давление (если реагенты газы), дисперсность катализатора (или площадь контакта компонентов реакции, если реакция гетерогенная). (В ответе должны быть названы подчеркнутые величины, без описания характера влияния.)

3. Запишем уравнение Аррениуса для двух температур, разделим первое уравнение на второе, получим выражение:

$$\frac{k_1}{k_2} = \exp\left(\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)\right),$$

далее логарифмируем, после преобразования уравнения получим выражение:

$$\frac{R}{E_A} \cdot \ln \frac{k_1}{k_2} + \frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_2}.$$

Отношение констант скоростей реакций можем заменить отношением их скоростей при постоянных исходных концентрациях реагентов, рассчитаем температуру;

$(8,314/93500) \cdot \ln(1/100) + 1/298 = 0,0000889 \cdot (-4,605) + 0,00336 = 0,00295$. (это «обратная температура» - $1/T_2$).

Отсюда $T_2 = 339$ К или 66°C . Т.е. температуру нужно увеличить на 41 градус, для достижения увеличения скорости соответствующей действию катализатора.

Расчет температуры можно осуществить, не выводя приведенное выше уравнение в общем виде, а определить предэкспоненциальный множитель по данным первого эксперимента $k_0 = k_1 \cdot e^{\frac{E_A}{RT}} = 1 \cdot e^{\frac{93500}{8,314 \cdot 298}} = e^{37,739}$

Используя данные 2 эксперимента определить температуру

$$100 = e^{37,739} e^{\frac{-93500}{8,314 \cdot X}} = e^{37,739} e^{\frac{-11246,100}{T}}$$

Вычислим T, это и будет искомая температура:

$$\ln 100 = 37,339 - \frac{11246,100}{T}; \quad 4,605 = 37,339 - \frac{11246,100}{T};$$

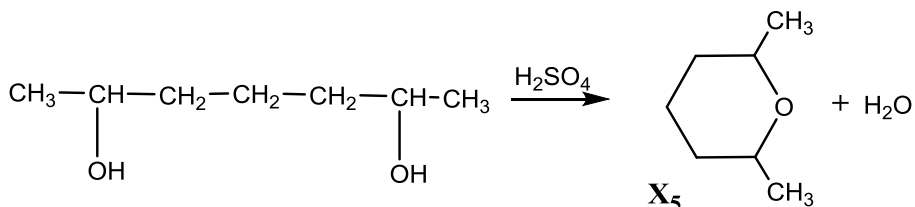
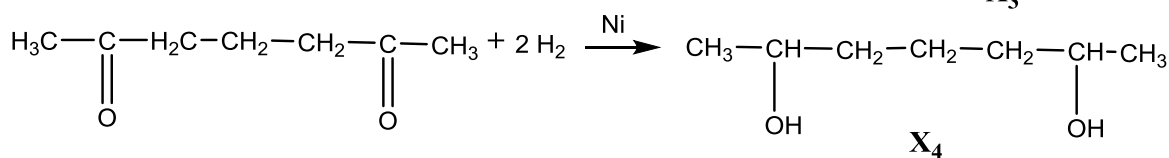
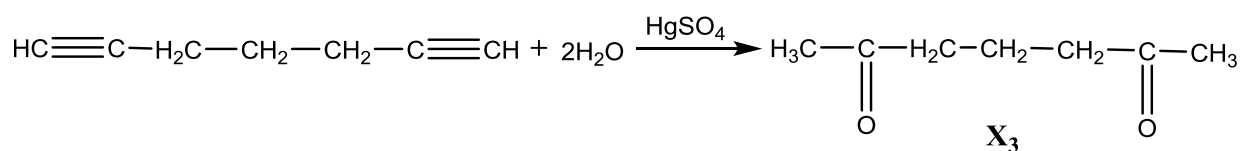
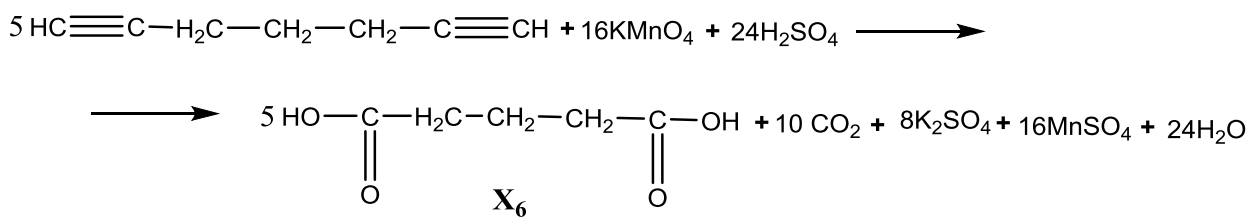
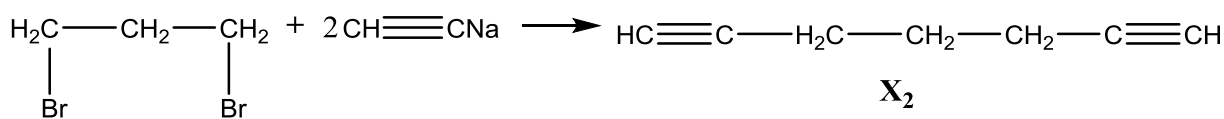
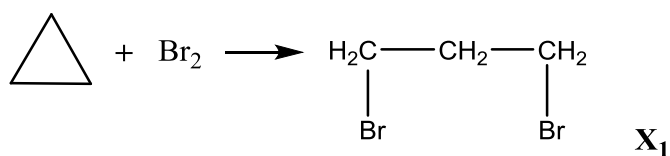
$$T=339\text{K}.$$

Оценивание:

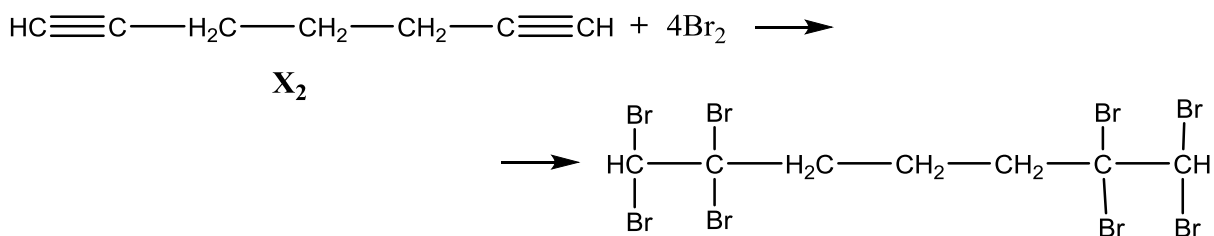
Определение понятия «энергия активации»	4 балла
Указание параметров по 2 балла за каждый	6 баллов
Определение значения температуры	10 баллов
<i>При неправильном численном значении, но верных предпосылках и оценке</i>	6 баллов
Итого	20 баллов

Решение задачи 11.3

1. Соединение X_2 состава C_7H_8 является непредельным, т.к. обесцвечивает бромную воду. И, вероятно, содержит одну или несколько тройных связей, т.к. вступает в реакцию гидратации по Кучерову. Предположим, что таких связей две, что подтверждается жестким окислением X_2 . Кроме того, т.к. происходит укорочение углеродной цепи, можно предположить, что тройные связи являются крайними. Тогда в соединении X_3 будет образовываться две карбонильные группы, в продукте X_4 из них получится две гидроксильные группы, дегидратация которых приведет к шестичленному гетероциклу в структуре X_5 .

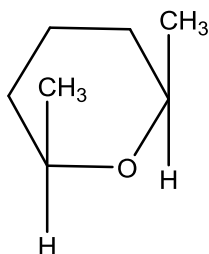


2. Соединение $\mathbf{X_2}$ взаимодействует с бромной водой:

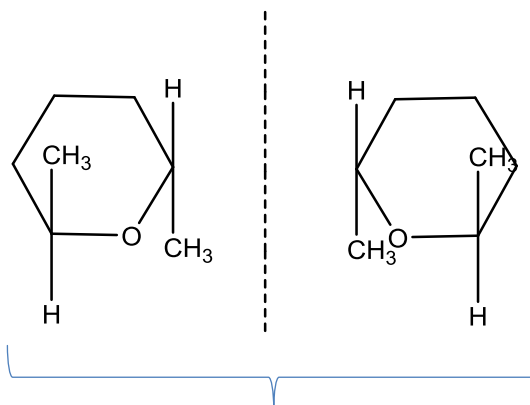


3. Соединение X₅ может существовать в виде геометрических изомеров (цис- и транс-), а транс-изомер является оптически активным и существует в виде оптических изомеров:

цис-изомер



транс-изомер



Оптические изомеры

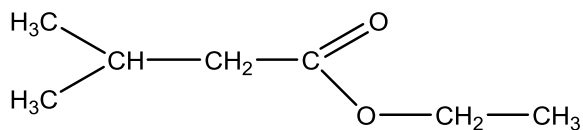
Оценивание:

1	За каждое уравнение реакции в соответствии со схемой по 2 балла (если приведена только структура неизвестного соединения без уравнения реакции - по 1 баллу за структуру)	12 баллов
2	За реакцию X ₂ с бромной водой	1 балл
3	За каждый геометрический изомер по 2 балла	4 балла
4	За оптические изомеры	3 балла
Итого		20 баллов

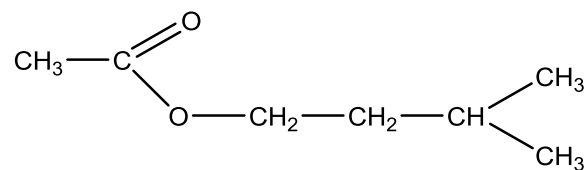
Решение задачи 11.4

1. Структуры сложных эфиров с ароматными запахами:

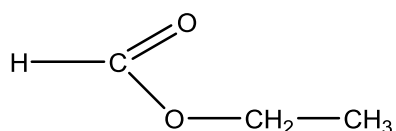
этиловый эфир изовалериановой кислоты:



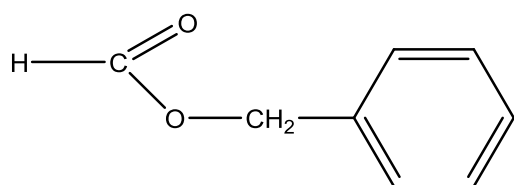
изоамилацетат:



этилформиат:

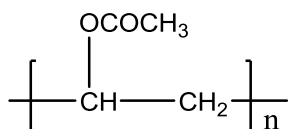


бензилформиат:

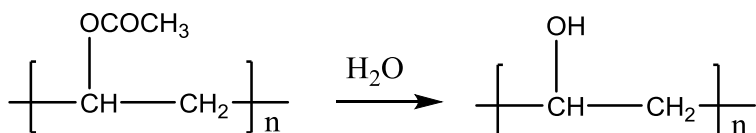


2. Эфир **А** – это винилацетат: $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$, при его полимеризации образуется полимер **Б** - поливинилацетат (ПВА), используемый для получения клея который применяют для склеивания бумаги, дерева, текстиля и других материалов. Кроме того, для получения корректоров для коррекции ошибок в тексте.

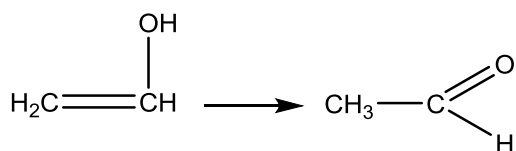
Структура ПВА:



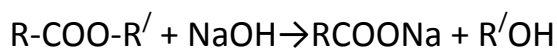
ПВА используют для синтеза полимера **В** – поливинилового спирта:



Поливиниловый спирт нельзя получить обычной полимеризацией, т.к. у этого полимера нет соответствующего мономера. Им должен быть виниловый спирт, но он неустойчив и быстро превращается в ацетальдегид:



3. Уравнение омыления сложного эфира Г в общем виде:



Как видно из уравнения реакции, для омыления одного моля эфира требуется один моль щелочи. Найдем количество вещества щелочи, определив тем самым количество вещества эфира:

$$m(\text{NaOH}) = V \cdot \rho \cdot n = 50 \cdot 1,2 \cdot 0,2 = 12 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = n_{\text{эфира}} = 12 : 40 = 0,3 \text{ моль.}$$

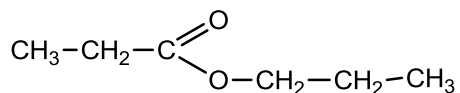
$$M_{\text{эфира}} = m : n = 34,8 : 0,3 = 116 \text{ г/моль}$$

Отнимем из полученной молярной массы эфира молярную массу сложноэфирной группы (COO^-), равную 44 г/моль, и получим 72 г/моль. Это молярная масса углеводородных радикалов кислоты и спирта (R и R'), образующих данный эфир.

При данном значении молярной массы единственно возможное соотношение углерода и водорода в радикалах: 5 атомов углерода и 12 атомов водорода. Из условия задачи известно, что число атомов углерода в молекулах кислоты и спирта, образующих данный сложный эфир, одинаково. В состав сложноэфирной группы входит один атом углерода (он перешел из молекулы кислоты), пять атомов углерода находится в составе углеводородных радикалов. Следовательно, молекулы исходных кислоты и спирта содержали по три атома углерода. Т.к. в молекуле эфира

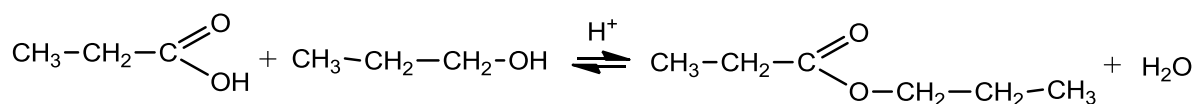
присутствуют первичные и вторичные атомы углерода, эти кислота и спирт имеют следующее строение: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

Структура эфира Г:

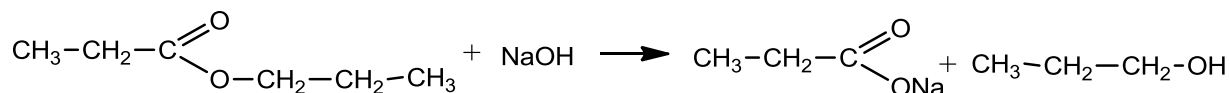


Это пропиловый эфир пропионовой (или пропановой) кислоты (пропилпропионат)

4. Реакция этерификации:

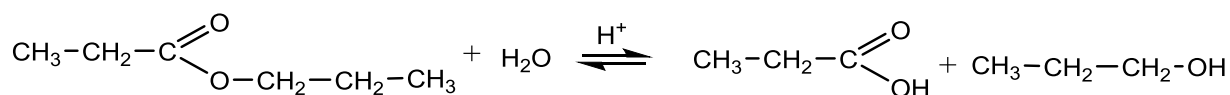


Реакция щелочного гидролиза:



5. В результате щелочного гидролиза сложного эфира образуются соль карбоновой кислоты и спирт. Гидролиз протекает необратимо.

В результате кислотного гидролиза сложного эфира образуются свободная карбоновая кислота и спирт, в этом случае реакция является обратимой:



Оценивание:

1	За структурные формулы эфиров с ароматным запахом (по 1 баллу за структуру)	4 балла
2	За структуры эфира А, полимеров Б и В, объяснение невозможности существования и полимеризации винилового спирта по 1 баллу	4 балла
3	Расчеты и определение кислоты и спирта, использованных для синтеза эфира Г, структурная формула эфира и его название.	6 баллов
4	Уравнение реакции этерификации	1 балл
5	Уравнение реакции щелочного гидролиза эфира Г	2 балла
6	Уравнение реакции кислотного гидролиза эфира Г	2 балла
7	Объяснение отличия щелочного и кислотного гидролиза эфира Г	1 балл
Итого		20 баллов

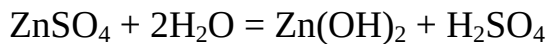
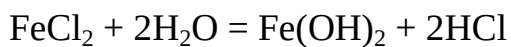
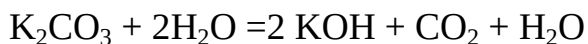
Решение задачи 11.5:

Рассмотрим различные варианты комбинаций катионов и анионов и определим признак, на основании которого можно сделать вывод о составе каждой соли (ход анализа может быть представлен не в виде таблицы, а описан последовательно с указанием химических реакций):

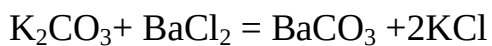
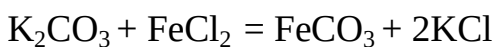
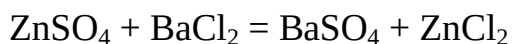
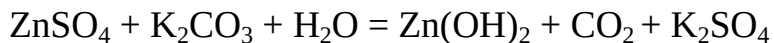
	Cl^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	Определяющий признак	№ пробирки	соль
K^+	Растворима в воде Среда нейтральная	Растворима в воде Среда щелочная	Растворима в воде Среда нейтральная	Все соли растворимы, бесцветны, Инд. бум. синяя	№2	K_2CO_3
Ba^{2+}	Растворима в воде Среда нейтральная	Не растворима в воде	Не растворима в воде	Р-мость в воде	№1	BaCl_2
Fe^{2+}	Растворима в воде Среда кислая	Не растворима в воде	Растворима в воде Среда кислая	Окрашен раствор соли железа Нет реакции с №3	№3	FeCl_2
Zn^{2+}	Растворима в воде Среда кислая	Не растворима в воде	Растворима в воде Среда кислая	Остался неиспользованный сульфат	№4	ZnSO_4

Цвет индикаторной бумаги зависит от продуктов гидролиза солей.

Уравнения гидролиза (3):



Возможно написание уравнений гидролиза солей по первой ступени.



Оценивание:

Описание способа определения содержимого каждой пробирки (определение каждой соли – 3 балла)	12 баллов
Уравнения химических реакций, подтверждающих результат определения (за уравнение совместного гидролиза – 2 балла, остальные шесть уравнений – по 1 баллу):	8 баллов
Итого	20 баллов