

**Критерии и методика оценивания выполненных олимпиадных заданий**  
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**  
**РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ**

---

**КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ**  
**ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА**

**возрастной группы (11 класс) муниципального этапа всероссийской**  
**олимпиады школьников по химии**

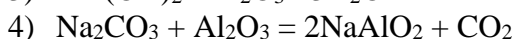
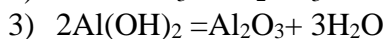
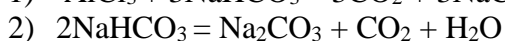
**2022-2023 учебный год**

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (11 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 50 баллов.

**ЗАДАНИЕ 11.1.** (Источник – 100 баллов по химии. Полный курс для поступающих в вузы: учебное пособие/ И.Ю. Белавин [и др.]; под ред. В.В. Негребецкого. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 480 с.)

Раствор хлорида алюминия объемом 77,4 мл с массовой долей 15% и плотностью 1,15 г/мл смешали с 430 мл раствора гидрокарбоната натрия с массовой долей 8% и плотностью 1,099 г/мл. Реакционную смесь упарили и прокалили. Определите массовые доли веществ в остатке после сплавления.

РЕШЕНИЕ (автор Е.А. Попова):



$$n(\text{AlCl}_3) = (77,4 \cdot 1,15 \cdot 0,15) / 133,5 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = (430 \cdot 1,099 \cdot 0,08) / 84 = 0,45 \text{ моль} - \text{избытки}$$

После 1 реакции в растворе

$$n(\text{NaHCO}_3) = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaCl}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{В осадке } n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0,1 \text{ моль}$$

После упаривания и прокаливания

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,025 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,025 \cdot 84 = 2,65$$

$$n(\text{NaAlO}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaAlO}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 82 = 8,2 \text{ г}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,3 \cdot 58,5 = 17,55 \text{ г}$$

$$m = 2,65 + 8,2 + 17,55 = 28,4 \text{ г}$$

$$w(\text{NaAlO}_2) = 8,2/28,4 = 0,2887 \text{ или } 28,87\%$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2,65/28,4 = 0,0933 \text{ или } 9,33\%$$

$$w(\text{NaCl}) = 17,55/28,4 = 0,618 \text{ или } 61,8\%$$

**Оценка задания.**

№	Элемент решения	Баллы
1.	Правильно записанное уравнение реакций	4*1=46
2.	Расчет кол-ва исх. Веществ $\text{AlCl}_3$ и $\text{NaHCO}_3$	26
3.	Расчет состава смеси после 1-ой реакции	36
4.	Определение состава смеси после сплавления	16
Итого:		10 баллов

*Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.*

**ЗАДАНИЕ 11.2.** (Источник - Задания 85-ой Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии)

X – серебристо-белый металл, после серебра и меди – лучший проводник теплоты и электричества. В свободном виде в природе не встречается, но входит в состав

33-Владимирская область

многочисленных минералов, наиболее распространенными среди которых являются полевые шпаты, например, ортоклаз -  $K(XbSi_3O_8)$ . Одним из важнейших сырьевых источников для получения X служит нефелин

–  $(Na, K)(XSiO_4)$ .

Известно, что в порошкообразном состоянии X загорается на воздухе при внесении его в пламя с выделением большого количества энергии. В результате образуется оксид, способный существовать, в зависимости от условий, как в аморфном, так и в кристаллическом состоянии. Причем, кристаллический оксид химически инертен, т.е. не взаимодействует ни с кислотами, ни с основаниями. Галогениды X – кислоты Льюиса, находят применение в качестве катализаторов.

1) Рассчитайте состав ортоклаза, предварительно определив металл X, если известно, что массовая доля элементов в нем: K – 14,03%, Si – 30,22%, O

– 46,04%

2) Что такое «термит»? Для чего он применяется? Почему? Напишите реакцию, лежащую в основе действия «термита». Рассчитайте количество теплоты, которое выделится, если в реакцию вступит 90 г металла X. Известно, что теплота образования оксида X – 1670 кДж/моль, а железной окалины – 1117 кДж/моль

3) Из кислородных соединений X, помимо оксида и гидроксида, известен метагидроксид  $XO(OH)$ . Это кристаллическое вещество, менее реакционноспособное, чем гидроксид. Он может быть получен при разложении гидроксида при нагревании, при обработке водным раствором аммиака при нагревании солей X (например, хлорида) или при взаимодействии солей X (например, нитрата) с карбонатом калия при нагревании. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

**РЕШЕНИЕ:**

$$1) \quad \omega(X) = 100 - (14,03 + 30,22 + 46,04) = 9,71\%$$

$$v(K) = 14,03 / 39 = 0,36 \text{ моль}$$

$$v(Si) = 30,22 / 28 = 1,079 \text{ моль}$$

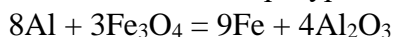
$$v(O) = 46,04 / 16 = 2,88 \text{ моль}$$

$$v(X) = 9,71 / M \text{ моль}$$

$$v(K) : v(Si) : v(O) : v(X) = 0,36 : 1,079 : 2,88 : v(X) = 1 : 3 : 8 : b$$

Если  $b = 1$ , то  $v(X) = 0,36$  моль,  $\Rightarrow M(X) = 9,71 / 0,36 = 27$ ,  $\Rightarrow$  алюминий, что удовлетворяет условию задачи.  $\Rightarrow K(AlSi_3O_8)$

2) «Термит» - это смесь алюминия и железной окалины; применяется для сварки металлических изделий, поскольку при поджигании смеси выделяется большое количество теплоты и развивается высокая температура.



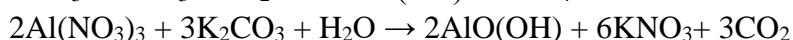
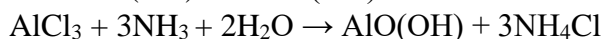
$$\Delta Q_{р-ции} = 4Q_{обр}(Al_2O_3) - 3Q_{обр}(Fe_3O_4) = 4 \cdot 1670 - 3 \cdot 1117 = 6680 - 3351 = 3329$$

$$\text{кДж} \quad 8 \cdot 27 \text{ г Al} - 3329 \text{ кДж}$$

$$90 \text{ г Al} \quad - X \text{ кДж}$$

$$X = 1387 \text{ кДж}$$

3)  $Al(OH)_3 \rightarrow AlO(OH) + H_2O$



**Оценка задания.**

1.	Название металла	1,5 балла
2.	Расчет состава ортоклаза	1 балл
3.	Указание на состав термита (определение термина)	1 балл

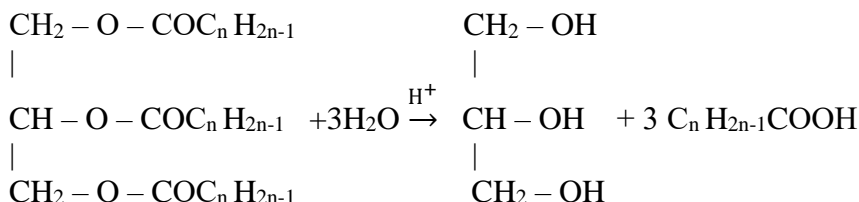
4.	Указание на его применение	1 балл
5.	Объяснение причины применения	1 балл
6.	Уравнение реакции в термитной смеси	1 балл
7.	Расчет стандартной теплоты реакции	1 балл
8.	Расчет теплоты, выделившейся в условиях задачи	1 балл
9.	Каждое уравнение по 0,5 баллов	1,5 балла
Итого:		10 баллов

*Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.*

**ЗАДАНИЕ 11.3.** (Источник –100 баллов по химии. Полный курс для поступающих в вузы: учебное пособие/ И.Ю. Белавин [и др.]; под ред. В.В. Негребецкого. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 480 с.)

В сосуд налили раствор серной кислоты, а сверху — толстый слой жира, образованного только одной непредельной кислотой. Площадь контакта двух жидкостей в сосуде составила  $0,04 \text{ м}^2$ . После выдерживания смеси в течение 30 мин при  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  образовалось 2,76 г глицерина. Рассчитайте массу глицерина и количество вещества жирных кислот, которые будут получены при выдерживании этого же жира над таким же раствором серной кислоты при  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 6 ч в сосуде с площадью контакта жидкостей  $0,02 \text{ м}^2$ . Температурный коэффициент данной реакции равен 2. Запишите уравнение гидролиза жира в общем виде.

**РЕШЕНИЕ** (автор Е.А. Попова):



$$v^{80}/v^{50} = \gamma^{(t80-t50)/10} \quad v^{80}/v^{50} = 2^3 = 8$$

$$\text{При } V = 1 \text{ л} \quad C_{\text{гл}} = 2,76/1,92 = 0,03 \text{ моль/л}$$

$$v^{50} = \Delta C/\Delta \tau = 0,03/30 = 0,001 \text{ моль/л} * \text{мин}$$

$$v^{80} = 0,001 * 8 = 0,008 \text{ моль/л} * \text{мин}$$

С учетом меньшей площади соприкосновения жидкостей

$$v^{80} = 0,004 \text{ моль/л} * \text{мин}$$

$$v^{80} = \Delta C/\Delta \tau \Rightarrow \Delta C = v^{80} * \Delta \tau = 0,004 * 360 = 1,44 \text{ моль}$$

$$m_{\text{гл}} = 1,44 * 92 = 132,48 \text{ г}$$

$$n_{\text{к}} = 1,44 * 3 = 4,32 \text{ моль}$$

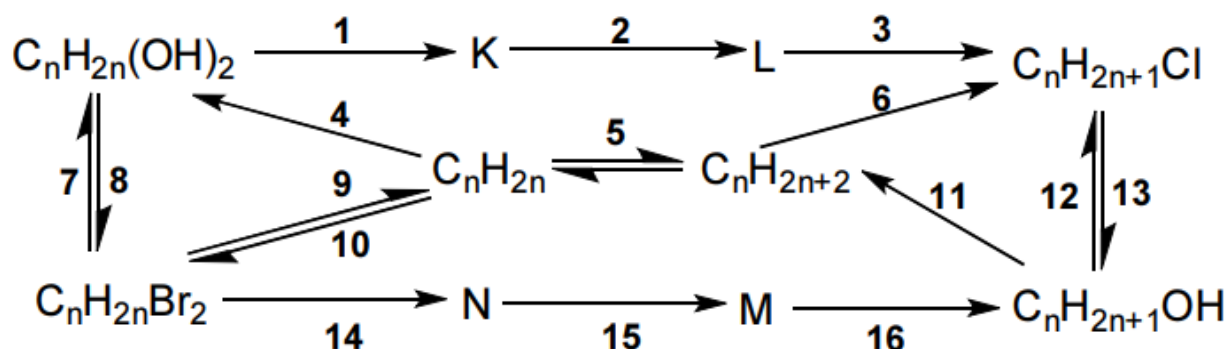
**Оценка задания.**

1.	Уравнение реакции в общем виде	26
2.	Отражение в формуле жира и кислоты неопределенности радикала (жидкий жир)	16
3.	Расчет изменения скорости реакции при увеличении температуры от 50 до 80°C	16
4.	Расчет $v$ реакции при 50°C	16
5.	Расчет $v$ реакции при 80°C	16
6.	Расчет $v$ реакции при 80°C на меньшей площади соприкосновения	16
7.	Расчет концентрации образовавшегося глицерина	16
8.	Расчет массы глицерина	16
9.	Расчет количества вещества образовавшейся кислоты	16
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

**ЗАДАНИЕ 11.4.** (Источник - Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области в 2018–2019 учебном году / Сост. Р. Р. Арасланов, М. А. Бакулева, А. Н. Лямин, О. В. Навалихина, И. А. Токарева// Под ред. Е. В. Бересневой, М. А. Зайцева, А. Н. Лямина, Р. В. Селезенева. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2018. – 36 с.)

Вам предложена цепочка превращений:



Про вещества К–N известно следующее:

- суммарное число  $\pi$ -связей в молекулах этих четырех веществ равно 4;
- кроме атомов углерода и водорода в двух из них можно найти атомы одного из галогенов, еще в одном веществе есть кислород;
- в веществе, не содержащем гетероатомов, массовая доля углерода составляет 90%;
- реакция (15) получения из вещества N вещества M носит имя русского химика-органика.

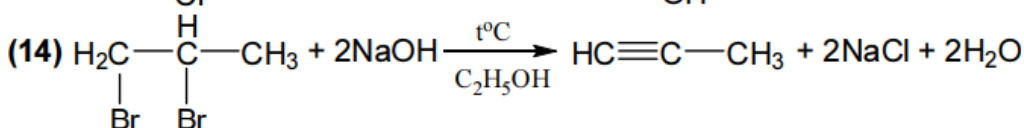
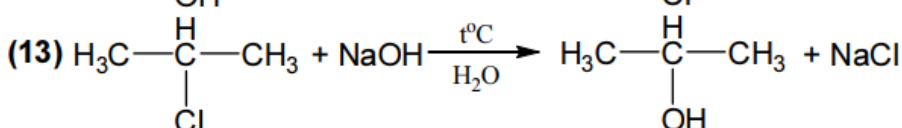
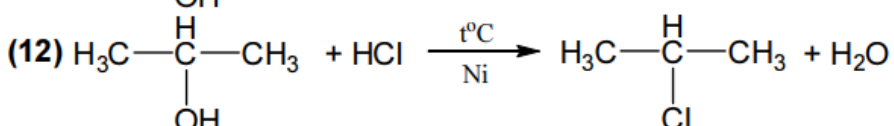
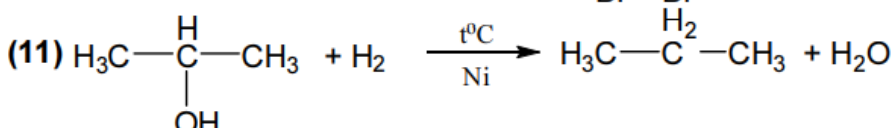
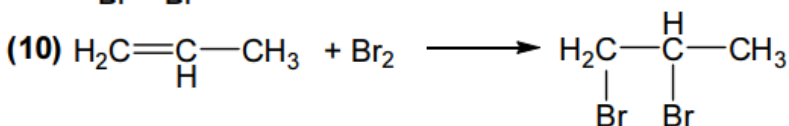
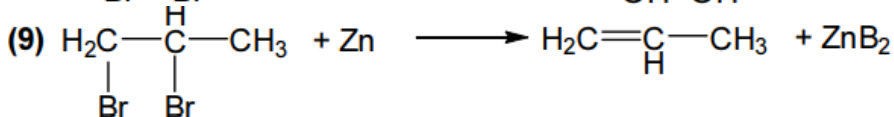
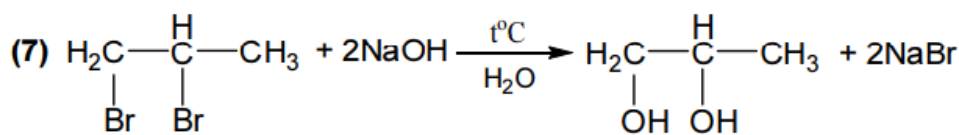
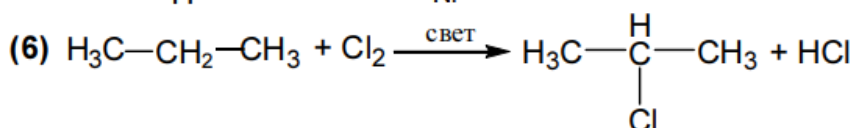
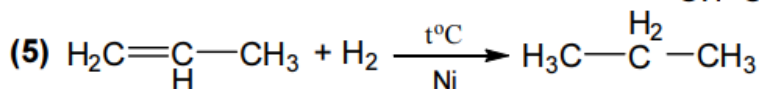
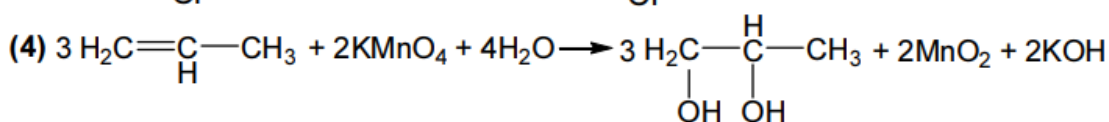
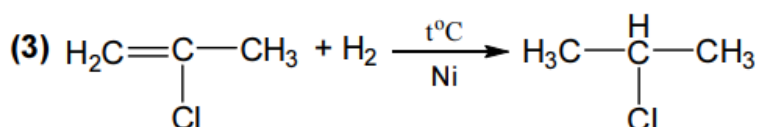
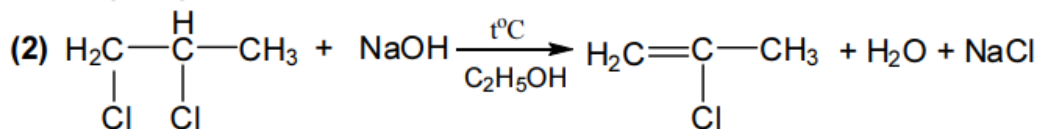
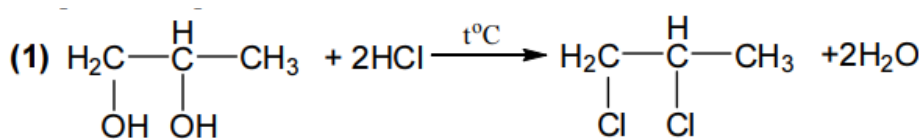
1. Определите вещества К–N. 2. Напишите уравнения реакций (1) – (16)\*. \*Полными баллами будут оцениваться только уравнения, в которых будут использованы структурные формулы веществ и указаны условия реакций.

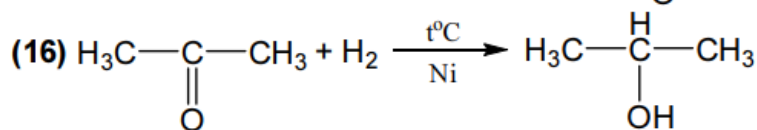
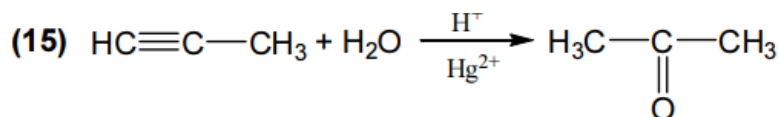
**РЕШЕНИЕ:**

Логично начать расшифровку с определения неизвестных веществ К–N. По условию задачи понятно, что два из них являются галогенопроизводными, еще одно – кислородсодержащим веществом. Следовательно, четвертое соединение – углеводород, для которого известна массовая доля углерода. Тогда:  $N(\text{C}) : N(\text{H}) = \frac{90}{12} : \frac{10}{1} = 7,5 : 10 = 3 : 4$

Одним из веществ К–N является пропин  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ . Исходя из этого, можно сделать смелое предположение, что все вещества схемы содержат в своем составе 3 атома углерода. Проанализировав цепочку превращений, полагаем, что пропин является веществом N, из которого реакцией Кучерова можно получить пропанон (ацетон)  $\text{H}_3\text{CC}(\text{O})\text{CH}_3$  – кислородсодержащее вещество M. Значит, вещества К и L являются

галогенопроизводными, причем одно из них еще и непредельное (исходим из общего числа  $\pi$ -связей: в пропине их 2, еще одна – в ацетоне). Если проанализировать всю предложенную цепочку превращений, мы можем определить все оставшиеся вещества. Уравнения реакций цепочки:





### Оценка задания.

1.	Определение веществ К – N по 0,5 баллов	2 балла
2.	Уравнения реакций – 1 – 16 по 0,5	8 баллов
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

**ЗАДАНИЕ 11.5.** (Задания 84 Санкт-Петербургской олимпиады школьников по химии. Автор — Никоноров В.В.)

#### Описание мысленного эксперимента:

В пяти пронумерованных пробирках без этикеток находятся органические вещества: пропионовая кислота, ацетон, диэтиловый эфир, ацетальдегид и пропан-2-ол. Для определения содержимого каждой пробирки были проделаны следующие операции:

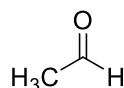
- К отобраным пробам всех веществ прилили немного **водного раствора перманганата калия**. Фиолетовая окраска исчезла сразу же в пробирке №1, остальные пробирки немного подогрели, при этом фиолетовая окраска исчезла в пробирке №2. В пробирке №5 видна граница раздела фаз.
- К отобраным пробам всех веществ медленно по каплям добавили **хлорангидрид уксусной кислоты**, а затем добавили воду. В пробирках №2 и №5 видна граница раздела фаз.
- К отобраным пробам всех веществ по каплям добавили немного **раствора йода в водном растворе иодида калия**, а затем по каплям добавили **раствор гидроксида натрия** до исчезновения коричневой окраски. В пробирках №1–3 выпал бледно-жёлтый осадок. В пробирке №5 видна граница раздела фаз.

#### Задание:

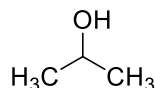
- Определите содержимое пробирок №№ 1 - 5.
- Напишите уравнения **всех** протекающих реакций.

#### РЕШЕНИЕ:

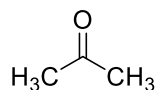
Пробирка 1 – ацетальдегид (легко окисляется перманганатом калия; даёт положительную иодоформную пробу)



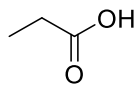
Пробирка 2 – пропан-2-ол (окисляется перманганатом калия; реагирует с хлорангидридом с образованием сложного эфира, который легче воды; даёт положительную иодоформную пробу)



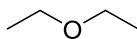
Пробирка 3 – ацетон (даёт положительную иодоформную пробу)



Пробирка 4 – пропионовая кислота (не реагирует ни с одним из реагентов; смешивается с водой)

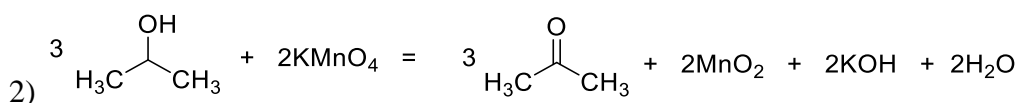
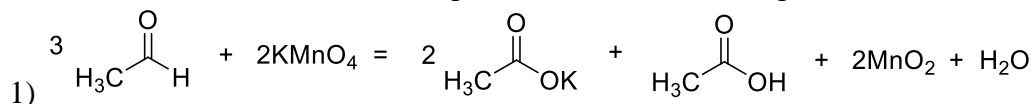


Пробирка 5 – диэтиловый эфир (не реагирует ни с одним из реагентов; легче воды)

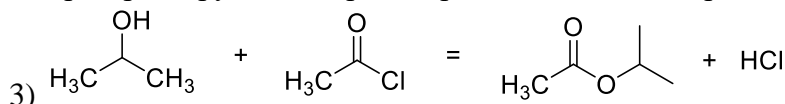


*Уравнения реакций:*

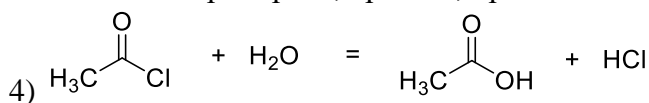
Альдегиды легко окисляются перманганатом калия, спирты в более жёстких условиях:



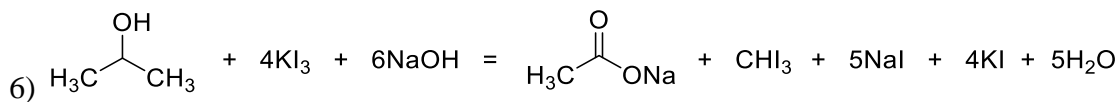
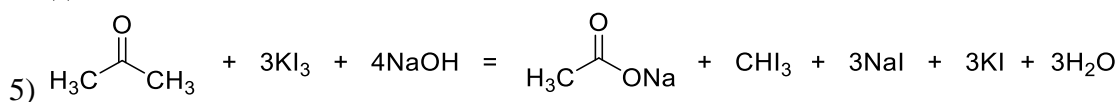
Спирты реагируют с хлорангидридами кислот с образованием сложных эфиров:



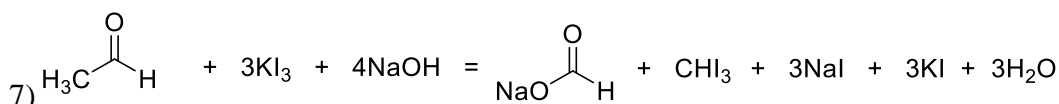
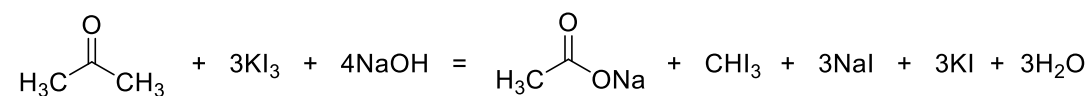
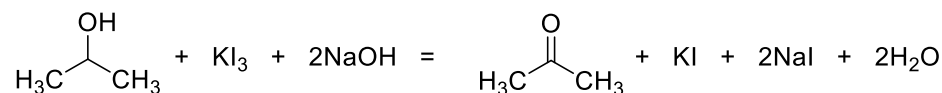
В остальных пробирках, кроме 3, при добавлении воды происходит гидролиз хлорангидрида:



Иодоформная реакция (образование светло-жёлтого осадка иодоформа  $\text{CHI}_3$ ) является качественной реакцией для соединений, в которых метильная группа связана с карбонильной группой, а также спиртов, которые при окислении дают вышеуказанные карбонильные соединения:

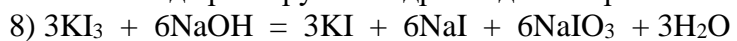


или поэтапно





Избыток иода реагирует с гидроксидом натрия и обесцвечивается:



**Оценка задания.**

1.	Определение содержимого пробирок №№ 1 – 5 по 1 баллу	5 баллов
2.	Уравнения реакций 1 – 4, 8 по 0,7 балла	3,5 балла
3.	Уравнения реакций 5 – 7 по 0,5 балла	1,5 балла
Итого:		10 баллов

*Примечание:*

- 1) если в реакции правильные исходные вещества и продукты, но не расставлены коэффициенты, то баллы за соответствующую реакцию делятся пополам;
- 2) вместо  $\text{KI}_3$  в уравнениях реакции может быть использован  $\text{I}_2$

*Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.*