Всероссийская олимпиада школьников
муниципальный этап 2016-2017

Для педагога

Химия
Время – 4 часа
11 класс

Критерии проверки

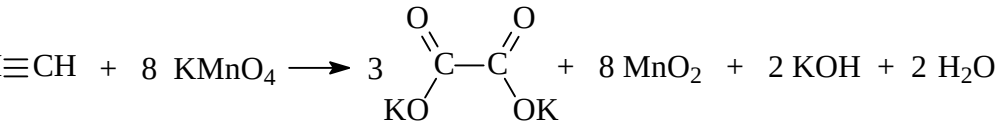
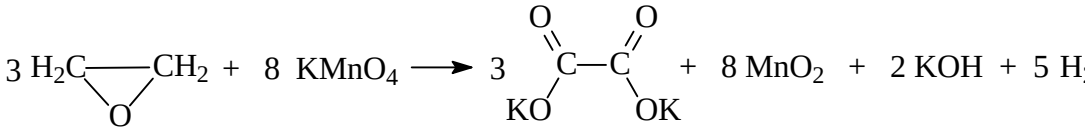
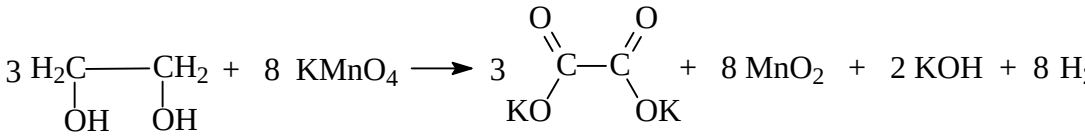
Задание 1.

При окислении 0,12 моль неизвестного органического вещества ***X*** водным раствором перманганата калия образовалось 19,92 г оксалата калия, 27,84 г MnO_2, 4,48 г KOH и вода.

1. Какое вещество подверглось окислению?
2. Будет ли решение задачи однозначным? Если нет – приведите все возможные уравнения окисления.

Решение:

	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)	**Баллы**
1	***Решение задачи заключается в том, чтобы по коэффициентам в правой части уравнения восстановить левую часть уравнения.***	
2	***Найдены количества веществ в правой части уравнения:*** $n(K_2C_2O_4)=\frac{m(K_2C_2O_4)}{M(K_2C_2O_4)}=\frac{19,92}{166}=0,12$ *моль* $n(MnO_2)=\frac{m(MnO_2)}{M(MnO_2)}=\frac{27,84}{87}=0,32$ *моль* $n(KOH)=\frac{m(KOH)}{M(KOH)}=\frac{4,48}{56}=0,08$ *моль*	3
3	***Определена алгебраическая зависимость коэффициентов в уравнении окисления вещества X и составлено уравнение в общем виде:***	
	Отношение числа молей равно отношению коэффициентов в реакции $n(X):n(K_2C_2O_4):n(MnO_2):n(KOH)=0,12:0.12:0,32:0,08=3:3:8:2$ Таким образом получаем схему реакции с несколькими известными коэффициентами $3\,X + KMnO_4 \longrightarrow 3\,K_2C_2O_4 + 8\,MnO_2 + 2\,KOH + H_2O$	2
	В правой части имеется по 8 атомов K и Mn, следовательно, в левой части перед $KMnO_4$ должен быть коэффициент 8. Число атомов C в правой части равно 6 и, следовательно, неизвестное вещество ***X*** содержит 2 атома C и некоторое количество атомов H и O. $3\,C_2HyOz + 8\,KMnO_4 \longrightarrow 3\,K_2C_2O_4 + 8\,MnO_2 + 2\,KOH + a\,H_2O$	2
	Теперь приравняем количество атомов H и O в правой и левой части и получим систему уравнений (H): $3y = 2 + 2a$ (O): $3z + 32 = 12 + 16 + 2 + a$ или $3z + 32 = 30 + a$ Из этой системы выражаем y и a через z и получаем $y = 2z + 2$ $a = 3z + 2$	2
	И таким образом, с формально-алгебраической точки зрения, условиям задачи удовлетворяют все уравнения вида $3\,C_2H_{2z+2}O_z + 8\,KMnO_4 \longrightarrow 3\,K_2C_2O_4 + 8\,MnO_2 + 2\,KOH + (3z+2)\,H_2O$	2
4	***Методом подбора значений z определены вещества, удовлетворяющие условиям реакции:***	

	При z = 0 неизвестным веществом X является ацетилен - C_2H_2. Ацетилен окисляется водным раствором перманганата калия до оксалата калия и уравнение принимает вид: 	2
	При z=1 неизвестное вещество ***X*** принимает вид C_2H_4O. Этой формуле соответствует уксусный альдегид (этаналь) или этиленоксид (эпоксид этилена). Однако этаналь при окислении перманганатом калия дает не оксалат калия, а ацетат калия, поэтому не подходит.	2
	Окисление этиленоксида: 	2
	При z=2 неизвестное вещество ***X*** принимает вид $C_2H_6O_2$. В этом случае условиям задачи (и химическим и алгебраическим) удовлетворяет этиленгликоль (этандиол-1,2). 	2
5	***Сделан вывод о невозможности больших значений z:*** При более высоких значениях z не существует органических веществ, соответствующих молекулярной формуле. Например, при z=3 неизвестное вещество ***X*** имело бы вид $C_2H_8O_3$, чего быть не может.	1
	Таким образом, решение задачи не однозначно. Условию задачи могут соответствовать три вещества – ацетилен, этиленоксид и этиленгликоль	
	Максимальный балл	**20**
	🕮 **Т.к. окислению подвергаются достаточно известные вещества, учащиеся могут определить их просто методом подбора реакций, соответствующих условиям задачи. В этом случае за каждое определенное вещество начисляется по 2 балла и по 2 балла начисляется за приведенное уравнение реакции окисления.**	

Задание 2.

Разбирая шкаф с реактивами, Петя и Вася обнаружили банку, в которой была бесцветная жидкость с миндальным запахом (*вещество А*). От этикетки осталось только

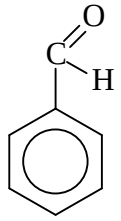
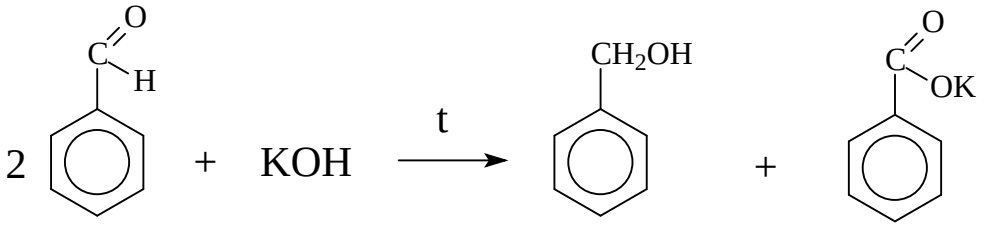
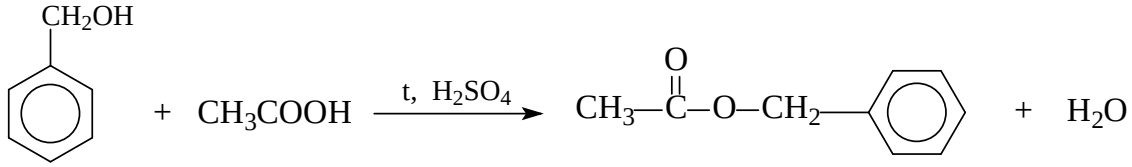
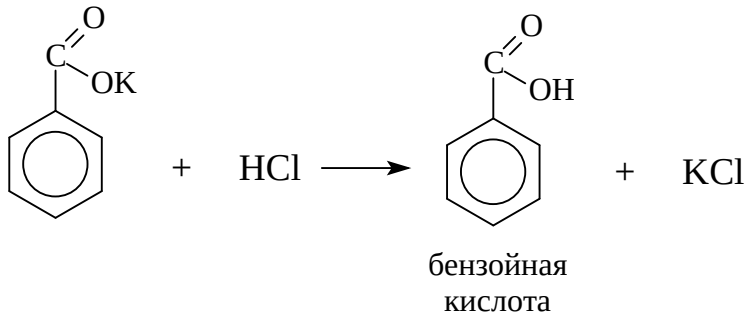
Для установления структуры, небольшую часть жидкости ребята прокипятили с концентрированным водным раствором щелочи. В полученный раствор после охлаждения добавили еще воды. В результате на поверхности образовался маслянистый слой, который Петя аккуратно отделил. К выделенной маслянистой жидкости (*вещество Б*) Петя добавил уксусной кислоты, несколько капель серной кислоты и нагрел. Образовавшаяся у него жидкость (*вещество В*) имела сильный аромат жасмина.

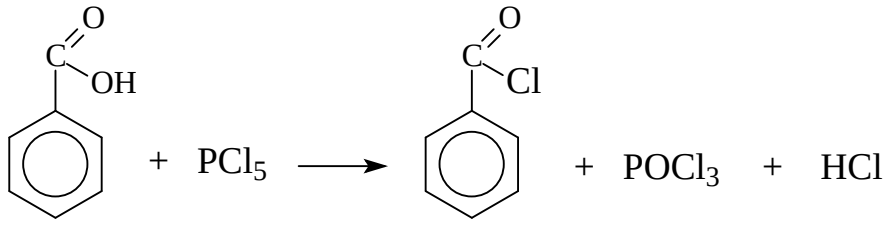
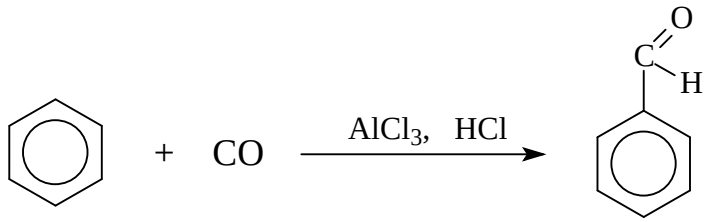
А Вася подкислил водный слой раствором соляной кислоты и отфильтровал образующиеся белые кристаллы (*вещество С*). Хотя вещество С плохо растворялось в воде, Васе удалось установить, что его раствор имеет pH <7,0. А при действии на него пятихлористого фосфора образуется жидкость с резким запахом, лакриматор (*вещество Д*).

Задание:

1. Установите вещества *А, Б, В, С, Д*, дайте им названия и напишите уравнения реакций, осуществляемые юными химиками
2. Напишите реакцию синтеза вещества *А* из бензола.
3. Объясните зачем Пете необходимо было добавить серной кислоты в реакции вещества Б с уксусной кислотой?

Решение:

	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)	**Баллы**
1	***Установление вещества А*** Органическое соединение *А* с запахом миндаля, имеющее явно ароматический характер (предложено получить его из бензола) – это бензальдегид – C_7H_6O 	2
2	***Реакция с водным раствором щелочи*** Бензальдегид при нагревании со щелочью по реакции Канниццаро образует бензиловый спирт (*вещество Б*) и соль бензойной кислоты, растворимую в воде.  бензиловый спирт бензоат К	4
3	***Реакция бензилового спирта (вещества Б) с уксусной кислотой – образование вещества В*** При взаимодействии спиртов с карбоновыми кислотами, в результате этерификации образуются сложные эфиры, как правило, обладающие различными запахами. В частности полученный Петей бензилацетат (*вещество В*) имеет запах жасмина.  бензилацетат	3
4	Серная кислота в реакции этерификации выполняет роль катализатора	1
5	***Установление вещества С*** Вещество С – бензойная кислота (pH<7,0), оно образуется при подкислении водного раствора бензоата калия  бензойная кислота	3
6	***Установление вещества Д***	3

	В результате взаимодействия бензойной кислоты с PCl_5 образуется хлорангидрид бензойной кислоты – бензоилхлорид (*вещество Д*). Бензоилхлорид действует раздражающе на слизистые оболочки глаз, т.е. является лакриматором  бензоилхлорид	
7	***Реакция синтеза вещества А из бензола***  бензол бензальдегид	4
	Максимальный балл	**20**

Задание 3.

Известно, что три химических элемента А, В и С образуют двухатомные простые вещества и принимают участие в следующих превращениях:

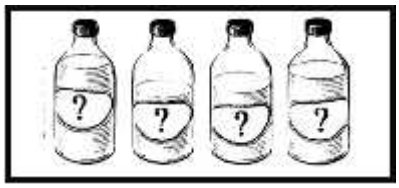
1) $C_2 + 3B_2 \xrightarrow{kat, P, t^0} 2CB_3$
2) $4\,CB_3 + 5A_2 \xrightarrow{kat} 4CA + 6B_2A$
3) $4\,CB_3 + 3A_2 = 2C_2 + 6B_2A$
4) $C_2 + A_2 = 2\,CA$
5) $4\,CA_2 + 2B_2A + A_2 = 4BCA_3$

1. Определите элементы А, В и С
2. Напишите уравнения реакций, приведенных в задании
3. Найдите сходство и различие в строении двухатомных простых веществ, образованных из этих элементов.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)		**Баллы**
1	***Определены элементы*** А – кислород, В – водород, С – азот	3
2	***Написаны уравнения реакций***	
	1) $N_2 + 3\,H_2 \xrightarrow{cat,\ P,t} 2\,NH_3$	3
	2) $4\,NH_3 + 5\,O_2 \xrightarrow{cat} 4\,NO + 6\,H_2O$	3
	3) $4\,NH_3 + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,N_2 + 6\,H_2O$	3
	4) $N_2 + O_2 \longrightarrow 2\,NO$	3
	5) $4\,NO_2 + 2\,H_2O + O_2 \longrightarrow 4\,HNO_3$	3
3	Во всех молекулах простых веществ присутствует ковалентно неполярная связь Однако в молекуле водорода это одинарная связь, в молекуле кислорода – двойная, в молекуле азота - тройная	2
	Максимальный балл	**20**

Задание 4.



Учительница химии попросила Петю и Васю помочь в подготовке лабораторной работы для школьников 10 классов и приготовить четыре раствора: серной кислоты, сульфата натрия, соляной кислоты, хлорида натрия. Однако мальчики забыли подписать банки с приготовленными реактивами и обнаружили это уже перед самым занятием. Времени оставалось очень мало.

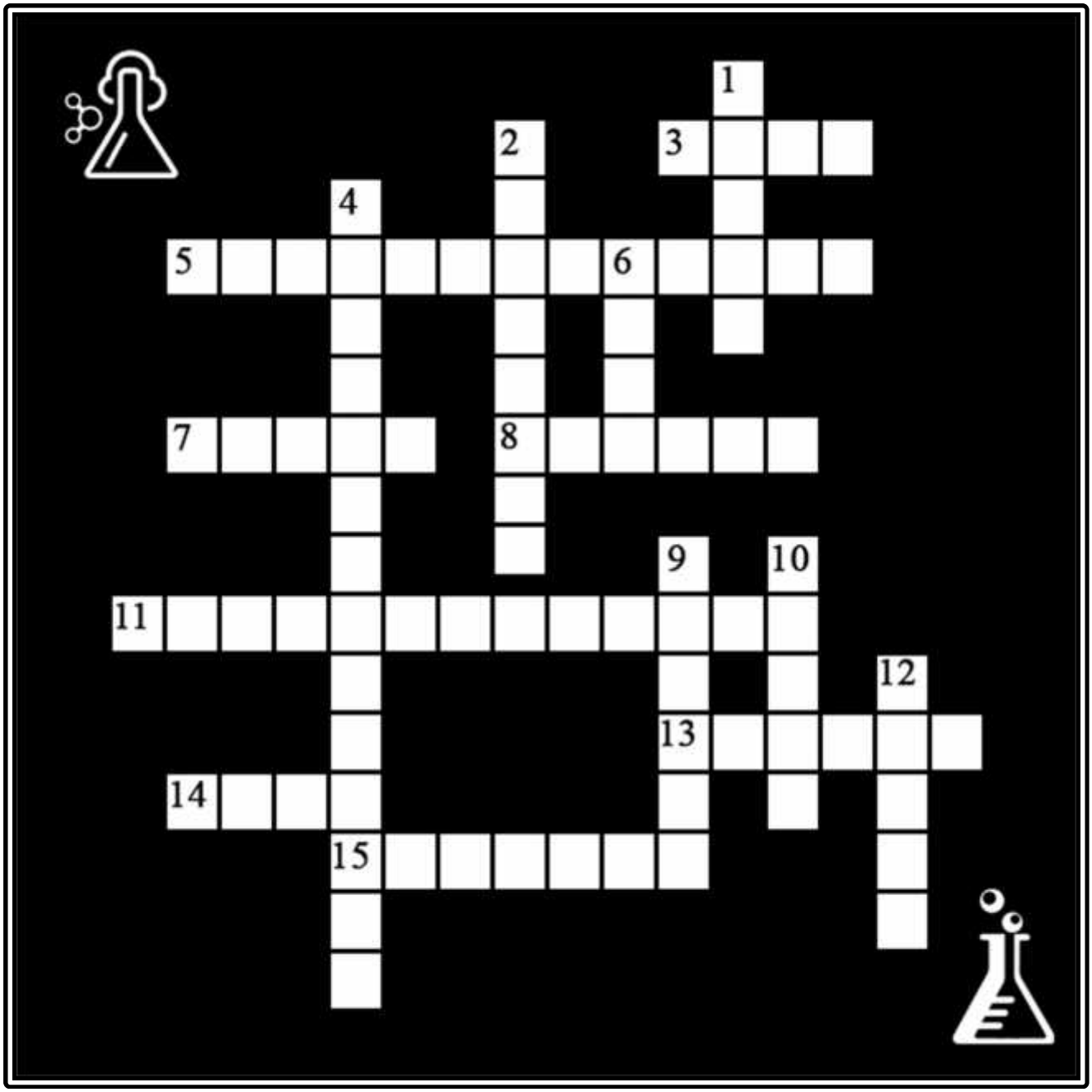
Посмотрев на уже имеющиеся в лаборантской растворы, Вася вытащил один из них и воскликнул: “Вот он нам поможет!”. Мальчики быстро добавили найденный реактив к пробам из четырех своих банок и оценив результаты, быстренько подписали этикетки.

1. Какой раствор обнаружил Вася и как с помощью него различить 4 неподписанных водных раствора: серной кислоты, сульфата натрия, соляной кислоты, хлорида натрия
2. Напишите уравнения протекающих реакций
3. Как в лаборатории можно получить раствор, с помощью которого мальчики провели свой эксперимент?
4. Если бы было время, что еще можно было бы добавить к уже найденному Васей раствору для более точного определения неподписанных веществ? (Другими словами, как сделать проведенные реакции более показательными?)

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)		**Баллы**
1	**Для распознавания неподписанных растворов требуется лишь один реактив – водный раствор гидрокарбоната кальция**	2
2	***Написаны уравнения реакций и указаны признаки прохождения реакций***	
	При взаимодействии гидрокарбоната кальция с серной кислотой наблюдается образование осадка сульфата кальция и выделение углекислого газа $Ca(HCO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2\,CO_2\uparrow + 2\,H_2O$	4
	При взаимодействии гидрокарбоната кальция с соляной кислотой наблюдается только выделение углекислого газа $Ca(HCO_3)_2 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2\,CO_2\uparrow + 2\,H_2O$	4
	При взаимодействии гидрокарбоната кальция с сульфатом натрия наблюдается образование осадка сульфата кальция $Ca(HCO_3)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2\,NaHCO_3$	4
	А при добавлении раствора гидрокарбоната кальция к раствору хлорида натрия видимых изменений не происходит	2
3	***Приведена реакция образования гидрокарбоната кальция*** $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$	2
4	Если бы время позволяло, для лучшего визуального эффекта образования осадка малорастворимой соли $CaSO_4$, можно было бы в пробу добавить несколько капель органического растворителя – например, ацетона, а выделяющийся углекислый газ пропустить через известковую (или баритовую) воду: $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$ Однако следует учитывать, что при действии избытка углекислого газа образовавшийся осадок $CaCO_3$ может раствориться, т.к. произойдет образование растворимой в воде кислой соли (см. выше)	2
	Максимальный балл	**20**

Задание 5.
Химический кроссворд



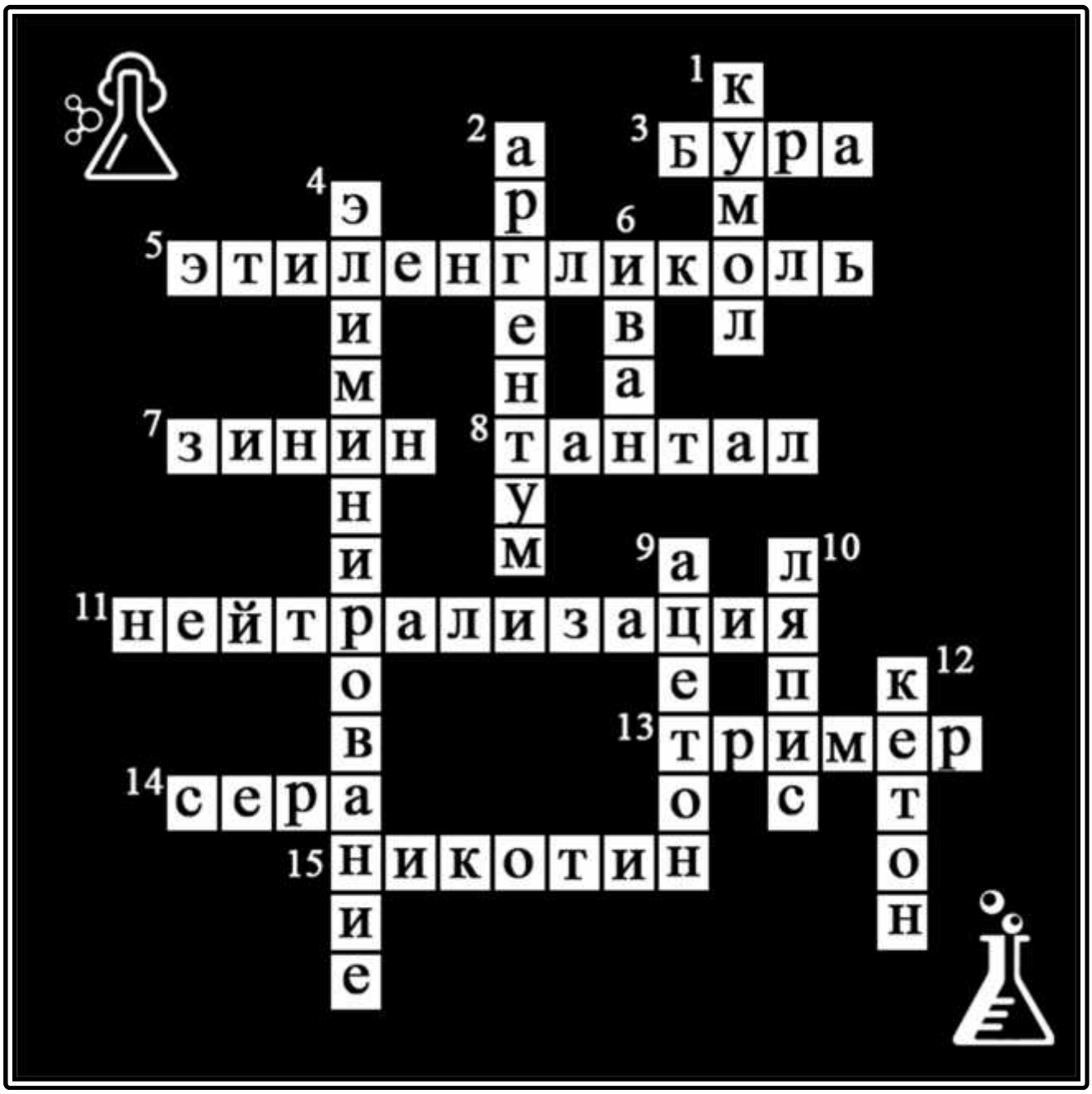
1. Тривиальное название углеводорода, применяемого в промышленном синтезе фенола
2. Произношение элемента, который в виде простого вещества выделяется при проведении реакции Толленса
3. $Na_2B_4O_7$
4. Общее название реакций отщепления в органической химии
5. Тривиальное название органического соединения, образующегося в реакции окисления этилена водным раствором перманганата калия
6. Имя папы химика, открывшего периодический закон
7. Фамилия русского химика, получившего анилин восстановлением нитробензола
8. Элемент, названный именем любимого сына Зевса, обреченного в аду на муки голода и жажды
9. Тривиальное название второго органического продукта из реакции, упомянутой в п.1
10. Техническое название нитрата серебра

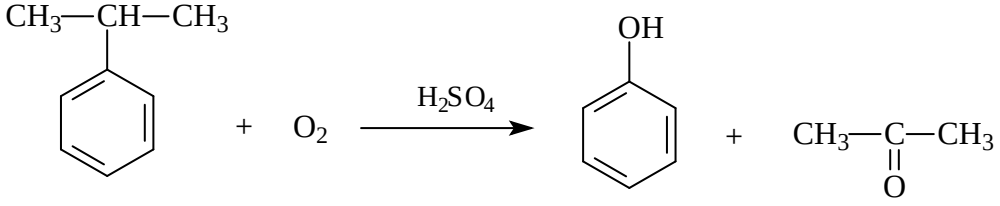
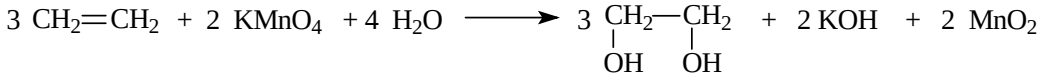
11. Реакция взаимодействия кислоты с основанием
12. Соединение из п. 9 по классовой принадлежности
13. Бензол по отношению к ацетилену, в реакции получения бензола из ацетилена
14. Желтое вещество, горящее синим пламенем
15. Алкалоид, одна капля которого способна убить лошадь

Задание:

1. **Решить кроссворд**
2. **Написать уравнение реакции получения фенола и дать названия соединений из п.1 и п.9 по номенклатуре IUPAC**
3. **Написать уравнение реакции из п.5**

Решение:



	Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1.	**1. Кумол** **2. Аргентум** **3. Бура** **4. Элиминирование** **5. Этиленгликоль** **6. Иван** **7. Зинин** **8. Тантал** **9. Ацетон** **10. Ляпис** **11. Нейтрализация** **12. Кетон** **13. Тример** **14. Сера** **15. Никотин**	**1б.х15= 15 б.**
2.		**2 б.**
	Название веществ по IUPAC **Кумол - изопропилбензол** **Ацетон - пропанон (или диметилкетон)**	**1 б (2 по 0,5 б)**
3.		**2 б.**
	Максимальный балл	**20**

Максимальное количество баллов - 100