

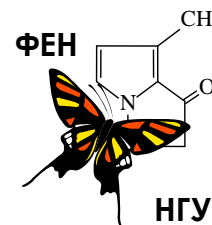


54-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2015-2016 уч. года

Решения заданий по химии

11 класс



Задание 1. (автор В. Н. Конев).

1. Информацию о маркировке можно найти в соответствующих документах, например, ГОСТ 31340-2013 (Предупредительная маркировка химической продукции. Общие требования).

А Горючее вещество	Б Радиоактивное вещество	В Коррозионное вещество	Г Ядовитое вещество	Д Окислитель

2. Определим массу необходимого раствора серной кислоты: $1000 \text{ мл} \cdot 1,26 = 1260 \text{ г}$, самой серной кислоты в нем будет $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1260 \text{ г} \cdot 0,2 = 252 \text{ г}$.

Рассчитаем массу раствора концентрированной серной кислоты $m(\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})) = 252/0,98 = 257,1 \text{ г}$, следовательно, воды необходимо $m(\text{H}_2\text{O}) = 1260 - 257,1 = 1002,9 \text{ г}$, $V(\text{H}_2\text{O}) = 1002,9/1 \approx 1003 \text{ мл}$.
 $V(\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})) = 257,1/1,84 = 139,8 \approx 140 \text{ мл}$.

При работе с кислотами необходимо надевать защитные очки на глаза и резиновые перчатки на руки. При разбавлении концентрированной серной кислоты необходимо добавлять кислоту в воду, а не наоборот. Это связано с тем, что растворение серной кислоты сильно экзотермичный процесс (выделяется тепло), вода быстро закипает и ее выбрасывает.

Если кислота попадает на руки необходимо как можно быстрее промыть пораженный участок кожи холодной проточной водой, а затем 5 % раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации остатков серной кислоты). Уравнение реакции: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$.

3. Процедура знакомства с правилами техники безопасности называется «инструктаж», который обязательно заканчивается росписью ознакомившегося с правилами в журнале инструктажа.

4. Некоторые из нарушений приведены в таблице.

B12, C11, F12	Стеклянные приборы не закреплены между собой (они должны скрепляться пластиковыми клипсами, металлическими зажимами, резиночками или металлической проволокой или пружинами)
C11	Холодильник неверно подсоединен к проточной воде (не будет эффективного охлаждения)
C17, F16	Вместо книг необходимо использовать подъемный столик (G14)
D11	При перегонке использован обратный холодильник вместо прямого (холодильник Либиха)
H16	Реактивы должны находиться на подносе (в случае просыпания или разлива не попадут на поверхность вытяжного шкафа)
I14	Бутылка с легковоспламеняющейся жидкостью (этанол) находится открытой около источника огня
I16	Двойные этикетки на бутылке с реактивом
I4	Шторка вытяжного шкафа слишком сильно поднята (снижается скорость потока уносимого воздуха, может привести к отравлению веществами, находящимися в вытяжном шкафу)
L11	Нельзя употреблять химическую посуду в качестве тары для еды и напитков
L13	При нагревании пробирки надо использовать пробиркодержатель
L13	При нагревании пробирок, колб или стаканов нельзя направлять отверстие сосуда на себя или окружающих

L9	Работа без защитных очков
M10	В лаборатории нельзя употреблять напитки и еду
M13	Работа без перчаток
M8	Нельзя засовывать голову в вытяжной шкаф
P11	Работа без халата

Система оценивания:

1. Маркировка	1×5 = 5 б.
2. Объемы серной кислоты и воды	1×2 = 2 б.
Нарушения при разбавлении (перчатки, последовательность)	1×2 = 2 б.
Удаление серной кислоты (промывание водой, содой)	1×2 = 2 б.
Уравнение реакции серной кислоты и гидрокарбоната натрия	1 б.
3. Инструктаж, роспись в журнале	1×2 = 2 б.
4. Нарушения ТБ	1×16 = 16 б.
Всего.....	30 баллов

Задание 2. (автор Т. М. Карнаухов).

1. Мёртвым «море» названо потому, что большое содержание минеральных солей делает их практически непригодными для живых существ, за исключением некоторых видов бактерий и грибов.

2. Оценить содержание солей проще всего, исходя из данных первого эксперимента. Так, после упаривания имеем кристаллогидраты солей, после прокаливания – безводные соли. Масса 10 мл озёрной воды составляет $10 \cdot 1,19 = 11,9$ г, в которой содержится 3,213 г солей. Суммарная массовая доля составляет $3,213/11,9 = 0,27$ (27%).

Объём озера $V = (67 \cdot 10^5) \cdot (18 \cdot 10^5) \cdot (306 \cdot 10^2) = 3,69 \cdot 10^{17}$ мл, его масса $3,69 \cdot 10^{17} \cdot 1,19 = 4,39 \cdot 10^{17}$ г. Масса солей в озере $= 4,39 \cdot 10^{17} \cdot 0,27 = 1,19 \cdot 10^{17}$ г = $1,19 \cdot 10^{11}$ т.

3. Уравнения реакций: $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$, $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$,

$2\text{AgNO}_3 + \text{MgCl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl} \downarrow + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $2\text{AgNO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow 2\text{AgCl} \downarrow + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,

$\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$, $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$.

4. Для удобства решения обозначим количества (моль) каждого хлорида буквой латинского алфавита:

$v(\text{MgCl}_2) = a$; $m(\text{MgCl}_2) = 95a$;

$v(\text{KCl}) = b$; $m(\text{KCl}) = 74,5b$;

$v(\text{NaCl}) = c$; $m(\text{NaCl}) = 58,5c$;

$v(\text{CaCl}_2) = d$; $m(\text{CaCl}_2) = 111d$.

Первый эксперимент. После прокаливания в сухом остатке твёрдые безводные соли. Имеем:

$$95a + 74,5b + 58,5c + 111d = 3,213.$$

Второй эксперимент. Масса раствора нитрата серебра составила $95,65 \cdot 1,09 = 104,26$ г. Масса нитрата серебра в этом растворе равна 10,426 г, что составляет $10,426/170 = 0,06133$ моль.

Нитрат серебра расходуется на реакцию с хлорид-ионами: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$.

Поэтому количество вещества нитрата серебра равно количеству вещества хлорид-ионов в пробе озёрной воды: $v(\text{AgNO}_3) = 2v(\text{MgCl}_2) + v(\text{KCl}) + v(\text{NaCl}) + 2v(\text{CaCl}_2)$, т.е.

$$2a + b + c + 2d = 0,06133.$$

Третий эксперимент. Количество вещества карбоната натрия рассчитывается аналогично количеству вещества нитрата серебра во втором эксперименте. $v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (\rho V_{\text{р-ра}}) \cdot \omega / M = 0,02137$ моль.

Карбонат натрия реагирует с хлоридами магния и кальция с образованием карбонатов (см. п. 2).

Согласно данным уравнениям, $v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{MgCl}_2) + v(\text{CaCl}_2)$, т.е.

$$a + d = 0,02137.$$

В растворе после полного осаждения карбонатов магния и кальция остаются лишь хлориды натрия и калия, которые составляют сухой остаток после упаривания и прокаливания остаточного раствора. Однако масса, соответствующая этому остатку, больше, чем суммарная масса всех хлоридов в растворе озёрной воды. Дело в том, что при осаждении карбонатов согласно приведённым выше уравнениям образуется дополнительное количество хлорида натрия. Так как стехиометрия обеих реакций

одинаковая, можно утверждать, что количество вещества дополнительного хлорида натрия вдвое больше количества вещества исходного карбоната натрия.

$$v(\text{NaCl})_{\text{доп}} = 2v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,04274 \text{ моль}; m(\text{NaCl})_{\text{доп}} = 0,04274 \cdot 58,5 = 2,500 \text{ г.}$$

Тогда $m(\text{KCl}) + m(\text{NaCl})_{\text{исх}} + m(\text{NaCl})_{\text{доп}} = 3,618 \text{ г, т.е.}$

$$74,5b + 58,5c + 2,500 = 3,618 \text{ или } 74,5b + 58,5c = 1,118.$$

Итого, получаем систему из четырёх уравнений с четырьмя неизвестными:

$$95a + 74,5b + 58,5c + 111d = 3,213$$

$$2a + b + c + 2d = 0,06133$$

$$a + d = 0,02137$$

$$74,5b + 58,5c = 1,118$$

Подставляя левую часть четвертого уравнения в первое, получим

$$95a + 1,118 + 111d = 3,213, \text{ т.е. } 95a + 111d = 2,095.$$

Совместно с третьим уравнением из исходной системы получаем систему из двух уравнений на a и d :

$$95a + 111d = 2,095$$

$$a + d = 0,02137,$$

откуда $a = 0,01732 \text{ моль} = v(\text{MgCl}_2)$; $d = 0,00405 \text{ моль} = v(\text{CaCl}_2)$.

Подставляя найденные значения во второе уравнение исходной системы, получаем совместно с четвёртым систему уравнений на b и c :

$$b + c = 0,01859$$

$$74,5b + 58,5c = 1,118,$$

откуда $b = 0,0019 \text{ моль} = v(\text{KCl})$; $c = 0,0167 \text{ моль} = v(\text{NaCl})$.

Массы солей, таким образом, составляют:

$$m(\text{MgCl}_2) = 95 \cdot 0,01732 = 1,6454 \text{ г};$$

$$m(\text{KCl}) = 74,5 \cdot 0,0019 = 0,1416 \text{ г};$$

$$m(\text{NaCl}) = 58,5 \cdot 0,0167 = 0,9770 \text{ г};$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 111 \cdot 0,00405 = 0,4496 \text{ г.}$$

Для того, чтобы найти массовые доли солей, необходимо массы солей разделить на массу пробы озёрной воды, которую мы уже посчитали в первом пункте задачи (11,9 г). Массовые доли солей:

$$\omega(\text{MgCl}_2) = 0,1383 \text{ (13,83\%);}$$

$$\omega(\text{KCl}) = 0,0119 \text{ (1,19\%);}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = 0,0821 \text{ (8,21\%);}$$

$$\omega(\text{CaCl}_2) = 0,0378 \text{ (3,78\%).}$$

5. В остатке после упаривания в первом эксперименте находятся кристаллогидраты солей, т.е., по сути, соли и кристаллизационная вода. Количество веществ солей будут такими, какие мы нашли в п. 4. Найдем количество кристаллизационной воды. Масса воды равна $5,521 - 3,213 = 2,308 \text{ г}$, что составляет $2,308/18 = 0,1282 \text{ моль}$.

Общее количество молей веществ в остатке: $v(\Sigma) = v(\text{H}_2\text{O}) + v(\text{MgCl}_2) + v(\text{KCl}) + v(\text{NaCl}) + v(\text{CaCl}_2) = 0,1282 + 0,01732 + 0,0019 + 0,0167 + 0,00405 = 0,16817 \text{ моль}$.

Мольные доли компонентов в остатке после упаривания в первом эксперименте равны:

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 0,1282/0,16817 = 0,762 \text{ или } 76,2 \text{ \%};$$

$$x(\text{MgCl}_2) = 0,01732/0,16817 = 0,103 \text{ или } 10,3 \text{ \%};$$

$$x(\text{KCl}) = 0,0019/0,16817 = 0,0113 \text{ или } 1,13 \text{ \%};$$

$$x(\text{NaCl}) = 0,0167/0,16817 = 0,0993 \text{ или } 9,93 \text{ \%};$$

$$x(\text{CaCl}_2) = 0,00405/0,16817 = 0,0241 \text{ или } 2,41 \text{ \%}.$$

Система оценивания (подразумевает по 0,5 б. за каждое расчётное действие)

1. Объяснение..... 1 б;

2. Общая солёность и оценка суммарных запасов $2 \cdot 2 = 4$ б;

3. Уравнения реакций $0,5 \cdot 6 = 3$ б;

4. Эксперимент 1:

уравнение на массу..... 1 б;

Эксперимент 2:

расчёт кол-ва AgNO_3 1 б;

уравнение на сумму молей 1 б;

Эксперимент 3:

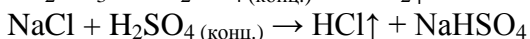
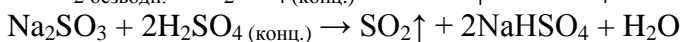
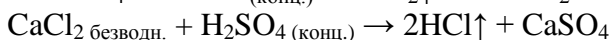
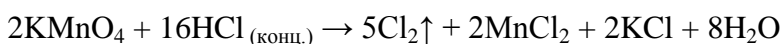
расчёт кол-ва Na_2CO_3	1 б;
уравнение на карбонаты.....	1 б;
учёт добавки хлорида натрия.....	1 б;
новая масса хлорида натрия.....	1 б;
второе уравнение на массу.....	1 б;
массовые доли хлоридов в озёрной воде.....	1*4 = 4 б;
5. Мольные доли в остатке.....	1*5 = 5 б.
Всего.....	25 баллов

Задание 3. (автор К. А. Коваленко).

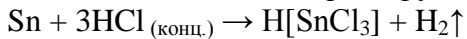
1. Названия частей установки:

1 колба Вюрца	5 насадка Вюрца	9 грушевидная колба (колба-приёмник)
2 капельная воронка	6 термометр	10 хлоркальциевая трубка
3 склянка Дрекселя	7 прямой холодильник (холодильник Либиха)	11 кристаллизатор (баня)
4 круглодонная двугорлая колба	8 аллонж	

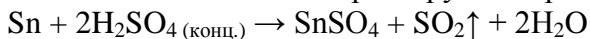
2. Уравнения реакций, с помощью которых из представленного набора реактивов для проведения работ в сосуде **1** можно получить газообразные вещества:



Олово очень медленно реагирует с концентрированной соляной кислотой:



И также очень медленно реагирует с серной кислотой:



Поэтому две последние реакции не имеет смысла использовать в представленной установке.

3. При обсуждении синтезов логичнее всего начать с веществ, которые студенты помещали в двугорлую колбу **4**.

Что получал Дима? Он помещал в двугорлую колбу кусочки желтовато-белые кусочки твёрдого вещества. В наборе веществ твёрдыми при обычных условиях являются: $KMnO_4$, $CaCl_2_{безводн.}$, Na_2SO_3 , $NaCl$, PCl_5 , Sn , из которых только PCl_5 имеет желтовато-белый цвет и фасуется кусочками. Помимо этого, образование в синтезе Димы жидкостей указывает на молекулярное строение образующихся соединений, что маловероятно, если стартовым веществом была соль.

Из всего набора доступных газов (Cl_2 , SO_2 , HCl) PCl_5 может реагировать только с SO_2 , причем оба образующиеся оксохлорида являются жидкостями при обычных условиях.

Тогда Дима поместил в колбу Вюрца сульфит натрия Na_2SO_3 , а капельную воронку заполнил H_2SO_4 (конц.). Для осушения склянку Дрекселя необходимо заполнить также H_2SO_4 (конц.). Хлоркальциевая трубка, как следует из её названия, заполняется безводным хлоридом кальция, чтобы изолировать установку от атмосферной влаги. В кристаллизатор надо поместить смесь снега и соли для охлаждения паров и конденсации летучей жидкости.

Итак, у Димы: **1** — Na_2SO_3 , **2** — H_2SO_4 (конц.), **3** — H_2SO_4 (конц.), **4** — PCl_5 , **10** — $CaCl_2_{безводн.}$, **11** — смесь колотого льда и $NaCl$.

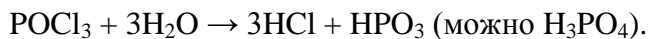
А что же получала Алина? Она помещала в двугорлую колбу гранулы металла, следовательно, это было металлическое олово. Из набора возможных газов олово неплохо реагирует при нагревании только с Cl_2 , давая летучую жидкость тетрахлорида олова.

Тогда Алина поместила в колбу Вюрца перманганат калия KMnO_4 , а капельную воронку заполнила HCl (конц.). Остальные части установки Алина заполнила теми же веществами, что и Дима.

Итак, у Алины: **1** — KMnO_4 , **2** — HCl (конц.), **3** — H_2SO_4 (конц.), **4** — Sn , **10** — CaCl_2 безводн., **11** — смесь колотого льда и NaCl .

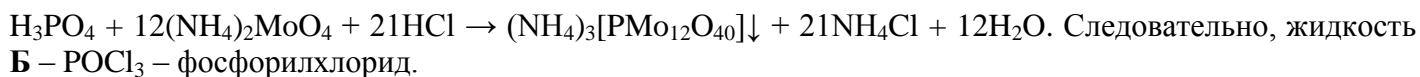
4. Уравнения реакций, проведенных Димой (реакция получения SO_2 записана в п. 2).

В ходе синтеза получились два оксохлорида: $\text{PCl}_5 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{POCl}_3 + \text{SOCl}_2$. Оба эти вещества полностью гидролизуются ледяной водой: $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{SO}_2$ (можно H_2SO_3);



Из образующихся при гидролизе веществ обесцвечивать раствор перманганата калия способен только сернистый газ: $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$. Следовательно, жидкость **A** — SOCl_2 — тионилхлорид.

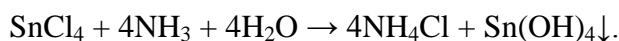
Молибдат аммония — реактив на фосфат-ионы, с которыми он дает осадок фосфомолибдата аммония желтого цвета: $\text{HPO}_3 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 21\text{HCl} \rightarrow (\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]\downarrow + 21\text{NH}_4\text{Cl} + 11\text{H}_2\text{O}$ или



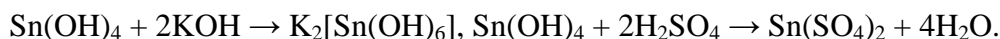
Уравнения реакций, проведенных Алиной (реакция получения Cl_2 записана в п. 2).

В ходе синтеза получилось вещество **B** — тетрахлорид олова: $\text{Sn} + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4$ (ж).

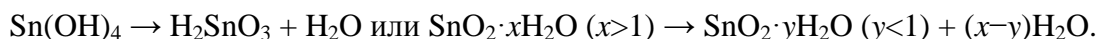
В реакции с хлоридом аммония тетрахлорид олова дает осадок гексахлоростанната аммония, имеющего очень низкую растворимость: $\text{SnCl}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow (\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]\downarrow$. Чтобы тетрахлорид олова не подвергался гидролизу, эту реакцию следует проводить в среде концентрированной соляной кислоты. Если же тетрахлорид олова добавить в раствор аммиака, то он полностью гидролизуется:



При этом образуется так называемая α -оловянная кислота. Её формулу ещё часто записывают в виде $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($x > 1$). Такая кислота обладает амфотерными свойствами:



При её нагревании в пламени спиртовки происходит её «старение», заключающееся в дегидратации и превращении в другую фазу, не способную реагировать с кислотами и щелочами — так называемую β -оловянную кислоту:



5. Дима взял 5,00 г PCl_5 , что составляет $5,00/208,5 = 0,024$ моль. Для реакции с ним требуется такое же количество SO_2 , который образуется в колбе Вюрца из эквимольных сернистому газу количеств сульфита натрия и конц. серной кислоты (см. п. 4 и п. 2). Тогда минимальная масса Na_2SO_3 составит $0,024 \cdot 126 = 3,024$ г, а минимальная масса безводной серной кислоты $0,024 \cdot 98 = 2,352$ г. Минимальный объем 98% кислоты с плотностью 1,84 г/мл составит $2,352/(0,98 \cdot 1,84) = 1,3$ мл.

Алина взяла 2,98 г олова, что составляет $2,98/119 = 0,025$ моль. Для реакции с ним требуется в 2 раза большее количество Cl_2 (0,05 моль), который образуется в колбе Вюрца из перманганата калия, взятом в соотношении к получающемуся хлору 2:5, и конц. соляной кислоты, взятой в соотношении 16:5 (см. п. 4 и п. 2). Тогда минимальная масса KMnO_4 составит $0,05 \cdot 158 \cdot 2/5 = 3,16$ г, а минимальная масса безводной соляной кислоты (хлороводорода) $0,05 \cdot 36,5 \cdot 16/5 = 5,84$ г. Минимальный объем 36,5% кислоты с плотностью 1,18 г/мл составит $5,84/(0,365 \cdot 1,18) = 13,6$ мл.

6. При 100 % выходе Дима мог получить $0,024 \cdot 119 = 2,856$ г SOCl_2 . В колбе **9** у него оказалось $150,22 - 148,34 = 1,88$ г. Таким образом, выход SOCl_2 в ходе синтеза Димы составил $1,88/2,856 = 0,658$ или 65,8 %.

Алина могла получить 0,025 моль SnCl_4 . Колбу она не взвешивала, но известно, что половина от полученного ей тетрахлорида олова дала 2,26 г гексахлоростанната аммония, что составляет $2,26/368 = 0,00614$ моль. То есть она получила $0,00614 \cdot 2 = 0,01228$ моль тетрахлорида олова, что составило

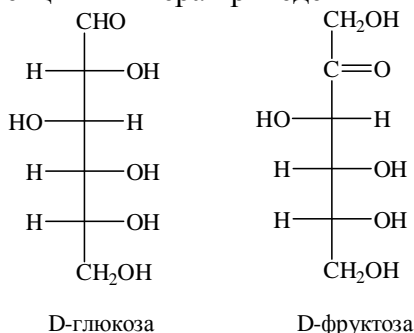
0,01228/0,025 = 0,491 или 49,1 %.

Система оценивания:

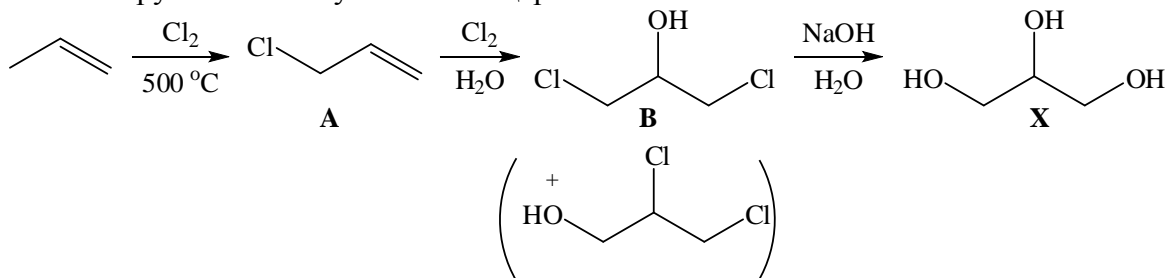
1. Названия	0,5×11 = 5,5 б.
2. Уравнения реакций.....	0,5×6 = 3 б.
Не стоит использовать	0,5×2 = 1 б.
3. Вещества в сосудах	0,5×6×2 = 6 б.
4. Вещества А, Б, В	1×3 = 3 б.
Уравнения реакций	0,5×11 = 5,5 б.
5. Минимальные массы и объемы	2×4 = 8 б.
6. Выход вещества у Димы 2 б, у Алины 4 б	2+4 = 6 б.
Всего.....	38 баллов

Задание 4. (авторы Н. В. Ткаченко, В. Н. Конев).

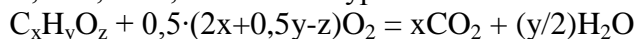
1. Сахароза C₁₂H₂₂O₁₁ состоит из остатков двух моносахаридов глюкозы и фруктозы. Структурные формулы глюкозы и фруктозы в проекции Фишера приведены ниже.



2. При хлорировании пропена под действием света или высокой температуры происходит процесс радикального галогенирования в аллильное положение с образованием 3-хлорпропена **A**. Взаимодействие аллилхлорида **A** с хлором в водной среде дает хлоргидрин **B** (на самом деле образуется смесь изомерных хлоргидринов, в качестве ответа можно привести один или оба). Дальнейший гидролиз образовавшегося хлоргидрина **B** водным раствором щелочи приводит к замещению атомов хлора гидроксильными группами с получением глицерина **X**.

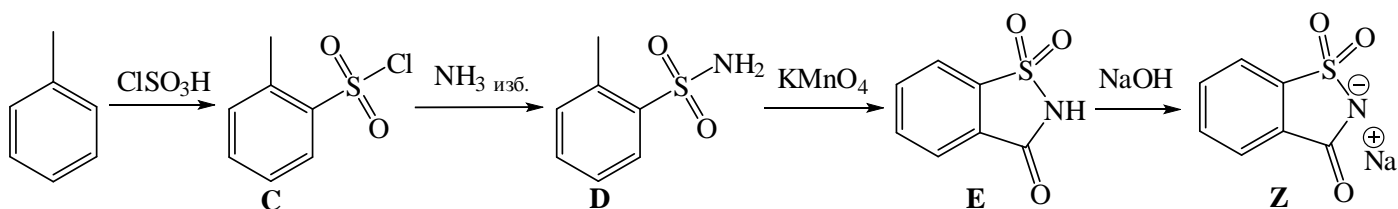


3. Из данных сжигания вещества **Y** найдем количества веществ: n(C) = 4,48/22,4 = 0,2 моль, n(H) = 2·(5,4/18) = 0,6 моль, n(O₂) = 5,6/22,4 = 0,25 моль. Из уравнения сжигания



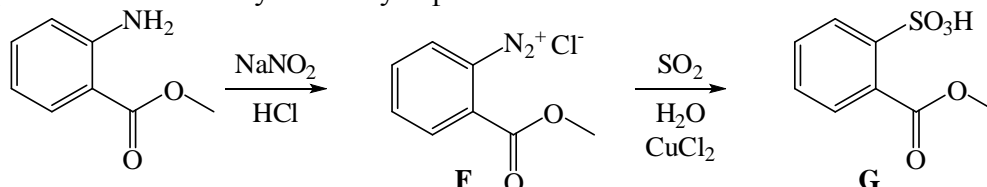
получается молекулярная формула **Y** = C₂H₆O_z, из уравнения 0,5·(2x+0,5y-z) = 2,5 находим, что z = 2, т.е. **Y** = C₂H₆O₂. Поскольку вещества **X** и **Y** очень схожи, а при окислении **Y** образуется щавелевая кислота, делаем вывод, что это этиленгликоль (HO-CH₂-CH₂-OH). Соли щавелевой кислоты называются оксалатами.

4. Взаимодействие хлорсульфоновой кислоты с толуолом относится к реакции ароматического электрофильного замещения. По брутто-формуле видно, что образуется толуолсульфохлорид, однако возможно образование *o*- и *p*-изомеров. Только в случае *o*-толуолсульфонил хлорида **C** все атомы водорода являются неэквивалентными. При действии на него избытка аммиака (для связывания хлорводорода) образуется сульфонамид **D**. Окисление марганцовкой метильной группы амида **D** дает кислоту, которая циклизуется в амид **E**.

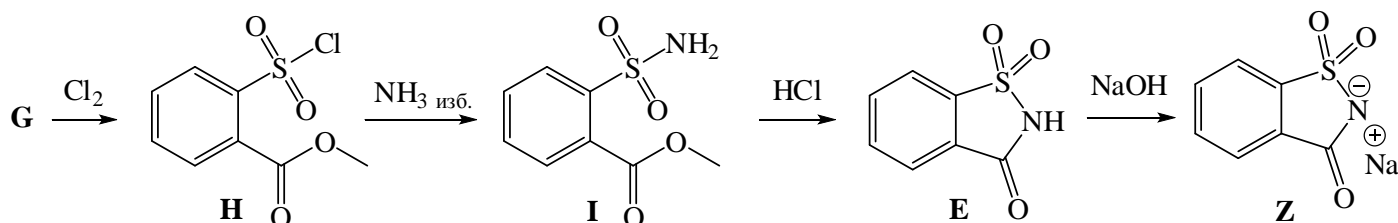


На заключительной стадии происходит отрыв наиболее кислого протона с образованием натриевой соли – вещества **Z** (сахарин, пищевая добавка E594, в 300-500 раз слаще сахара).

В другой схеме синтеза **Z** на первой стадии происходит образование соли диазония **F**, при действии на которую сернистым газом получается сульфокислота **G**.



При хлорировании из кислоты **G** получается сульфохлорид **H**, который аналогично **C**, при взаимодействии с избытком аммиака дает амид **I**. При последующем гидролизе соляной кислотой амида **I** образующаяся кислота циклизуется в соединение **E**. Аналогичная обработка **E** щелочью дает сахарин **Z**.



Система оценивания:

1. Формула сахарозы 1 б 1 б.
- Названия и молекулярные формулы фруктозы и глюкозы по 0,5 б 0,5×4 = 2 б.
- Структурные формулы фруктозы и глюкозы по 1 б 0,5×4 = 2 б.
2. Структурные формулы веществ **A-B** и **X** 1×3 = 3 б.
3. Расчет формулы **Y** 2 б.
- Название и структурная формула **Y** 1×2 = 2 б.
- Название солей щавелевой кислоты 1 б.
4. Структурные формулы веществ **C-I** и **Z** 2×8 = 16 б.
- Всего** **29 баллов**