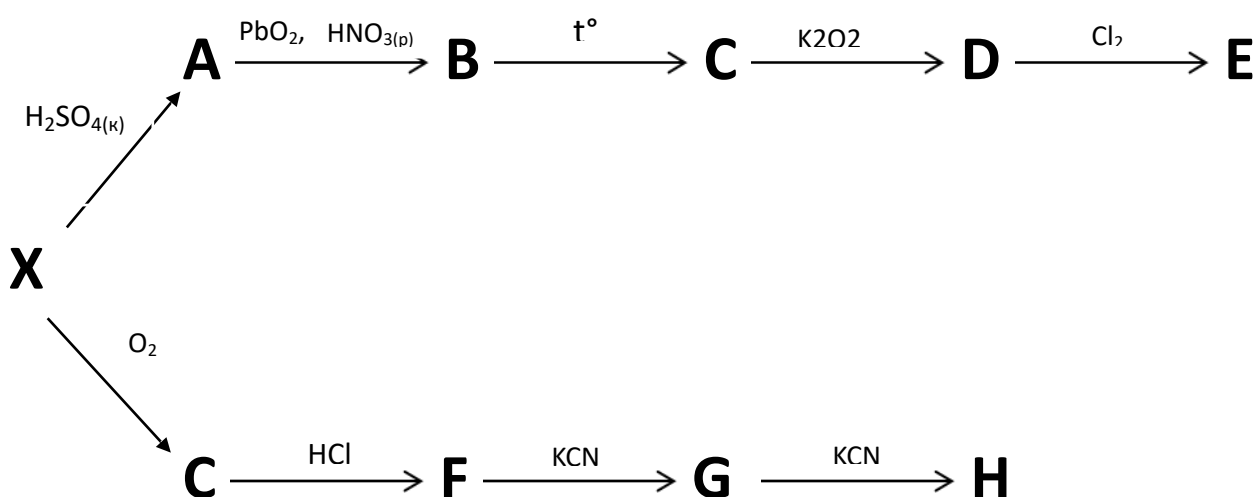


**Школьный этап Всероссийской олимпиады по химии
2020-2021 учебный год
Задания для 11 класса (максимальный балл-53)**

Задача 1

X - металл серо-белого цвета, 14-ый по распространённости элемент на Земле. На данный момент известны 5 аллотропных модификаций этого металла. Часто сопутствует своему соседу по периоду в таблице Менделеева в его рудах, наиболее распространенных в земной коре, при этом имеет и самостоятельные месторождения. Соединение **C** хорошо известно и применяется для осветления стекла.



Известно, что:

1. Все соединения **A – H** содержат элемент **X**.
2. В сильно щелочной среде соединение **E** самопроизвольно переходит в **D**, **E** и **D** имеют одинаковый элементный состав.
3. **H** – комплексное соединение, образующее кристаллогидрат синего цвета

Задания:

1. Определите элемент **X** и соединения **A – H**. Приведите уравнения указанных на схеме реакций.
2. Известно, что соль **A** образует несколько кристаллогидратов – **J1**, **J2**, **J3**. Приведите формулы этих соединений, если массовая доля **X** в них равна 24,66%, 22,82%, 19,85% соответственно (молярные массы для удобства округлите до целых).
3. Предложите ещё один способ превращения **A** в **B**.

Решение задачи 1:

Наиболее распространены железные руды => **X** – кобальт или марганец. Соединение **C** – очевидно, оксид, который применяется для осветления стекла. Определённо не кобальт. Можно сделать вывод, что **X** – марганец. (1 балл)

Реакции:

- 1) $\text{Mn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 2) $2\text{MnSO}_4 + 5\text{PbO}_2 + 6\text{HNO}_3(\text{разб.}) = 2\text{HMnO}_4 + 2\text{PbSO}_4 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 3) $4\text{HMnO}_4 = 4\text{MnO}_2 + 3\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 4) $\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{O}_2 = \text{K}_2\text{MnO}_4$
 - 5) $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 = 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KCl}$
 - 6) $\text{Mn} + \text{O}_2 = \text{MnO}_2$
 - 7) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 8) $\text{MnCl}_2 + 2\text{KCN} = \text{Mn}(\text{CN})_2 + 2\text{KCl}$
 - 9) $\text{Mn}(\text{CN})_2 + 4\text{KCN} = \text{K}_4[\text{Mn}(\text{CN})_6]$
- по 1 баллу за каждое уравнение) - 9 баллов

1. X – Mn

A – MnSO_4 B – HMnO_4 C – MnO_2 D – K_2MnO_4 E – KMnO_4 F – MnCl_2 G – $\text{Mn}(\text{CN})_2$

H – $\text{K}_4[\text{Mn}(\text{CN})_6]$ по 0,5 баллов за вещество - 4 балла

2. Кристаллогидраты будут иметь вид $\text{MnSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

$$W(\text{Mn}) = \frac{M(\text{Mn})}{M(\text{MnSO}_4) + 18n}, \text{ тогда}$$

$$n = \frac{M(\text{Mn}) - W(\text{Mn}) \cdot M(\text{MnSO}_4)}{18W(\text{Mn})}$$

$$\text{J1: } n = (55 \text{ г/моль} - 0,2466 \cdot 151 \text{ г/моль}) / (18 \text{ г/моль} \cdot 0,2466) \cong 4$$

J1 – $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1 балл

Аналогично с J2 и J3:

J2 – $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1 балл

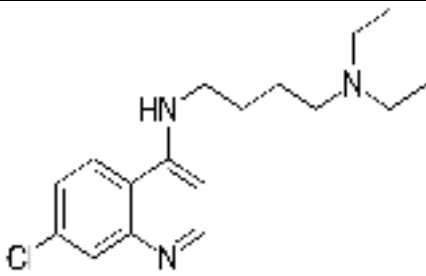
J3 – $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 балл

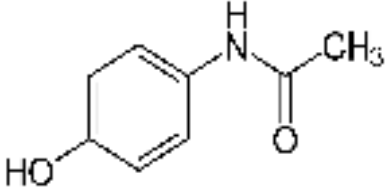
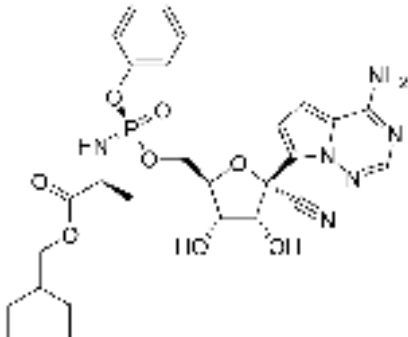
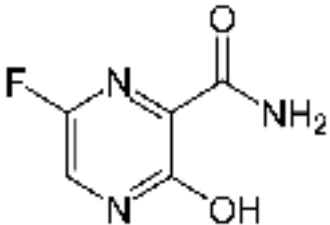
3. $2\text{MnSO}_4 + 5\text{NaBiO}_3 + 16\text{HNO}_3 = 2\text{HMnO}_4 + 5\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaNO}_3 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ 2 балла

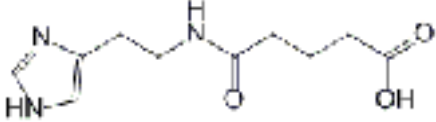
ИТОГО 19 баллов

Задача 2

Предлагаем вам список препаратов, которые позиционируются в качестве лекарства от Covid-2019 в интернете:

Фармацевтическое название	Молекулярная формула и масса	Структурная формула	Информация из интернета
Хлорохин		<p>Это широкодоступное лекарственное средство, которое регулярно используется с 1945 года против малярии, внекишечного амебиаза и ряда других заболеваний.</p> <p>Лабораторные исследования обнаружили, что данный противовирусный препарат</p>

			<p>был эффективен против коронавируса, по крайней мере, в чашке Петри. А результаты небольшого французского исследования с участием 24 пациентов, позволяют предположить, что прием «Хлорохина» может ускорить выздоровление.</p>
Парацетамол		<p>Является широко распространённым центральным ненаркотическим анальгетиком, обладает довольно слабыми противовоспалительными свойствами. Вместе с тем при приёме больших доз может вызывать нарушения работы печени, кровеносной системы и почек^[3]. Риск нарушений работы данных органов и систем увеличивается при одновременном принятии спиртного, поэтому лицам, употребляющим алкоголь, рекомендуют употреблять пониженную дозу парацетамола.</p>
Ремдесивир		<p>Ремдесивир относится к классу противовирусных препаратов, которые ингибируют РНК-зависимую РНК-полимеразу</p>
Авиган (Фавипиравир)		<p>противовирусный препарат, разработанный в Японии для лечения гриппа^[1]. Обладает широким спектром активности против РНК-содержащих вирусов, включая вирусы гриппа, риновирус, респираторно-синцитиальный вирус, а также опасные для</p>

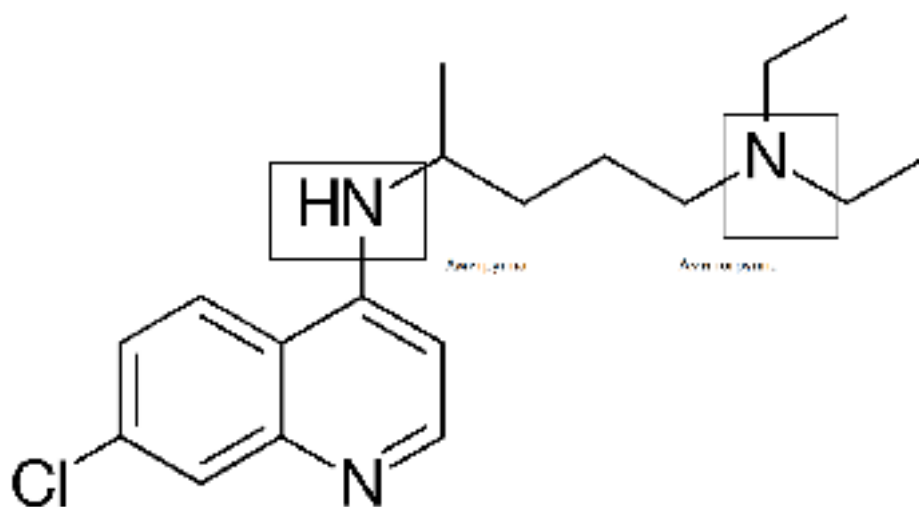
			жизни вирусы.
Ингаверин		<p>Механизм противовирусного действия витаглутама неясен, у него отсутствует прямое вирусспецифическое действие. Интерфероногенными свойствами он также не обладает.</p> <p>Эффективность препарата не доказана, лекарство на его основе распространено только в России.</p>

1. Для каждой из приведенных структур приведите молекулярную формулу и молярную массу.
2. В каждой структуре выделите по две функциональные группы и дайте им название
3. Для ингаверина напишите уравнение реакции а) с соляной кислотой б) со щелочью

Решение задачи 2

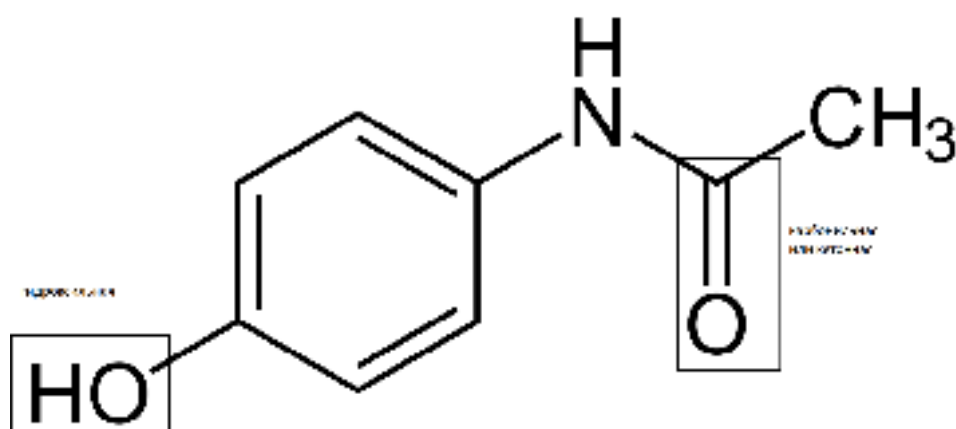
Фармацевтическое название	Молекулярная формула и масса	
Хлорохин	$C_{18}H_{26}ClN_3$ M=319,5 г/моль	1 балл
Парацетамол	$C_8H_9NO_2$ M=151 г/моль	1 балл
Ремдесивир	$C_{27}H_{35}N_6O_8P$ M=602г/моль	1 балл
Авиган (Фавипиравир)	$C_5H_4FN_3O_2$ M= 157 г/моль	1 балл
Ингаверин	$C_{10}H_{15}N_3O_3$ M=225г/моль	1 балл

Хлорохин



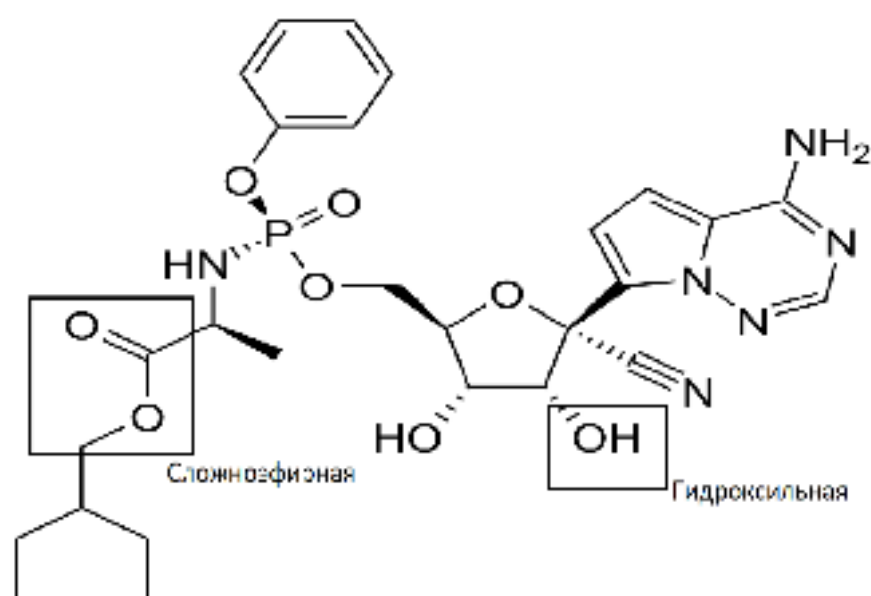
1 балл

Парацетомол



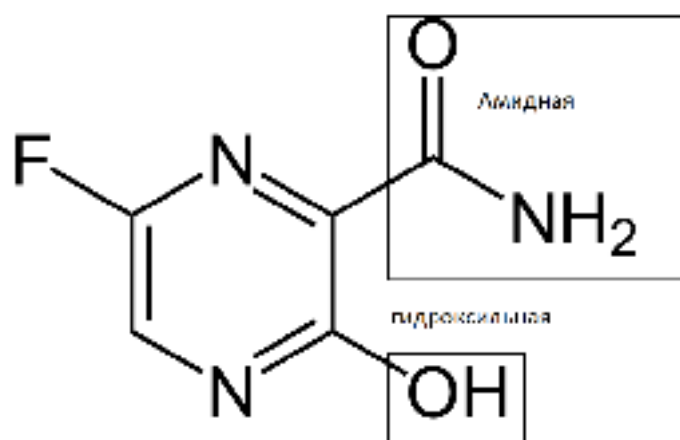
1 балл

Ремдесивир



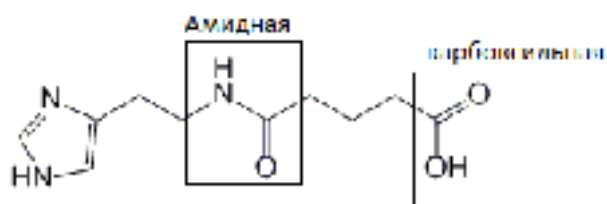
1 балл

Авиган

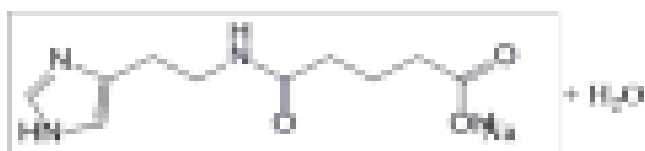
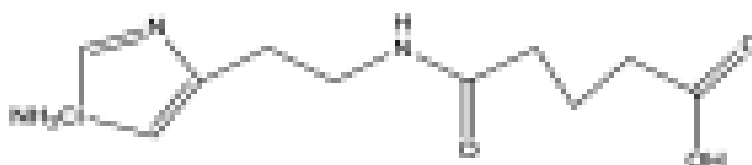
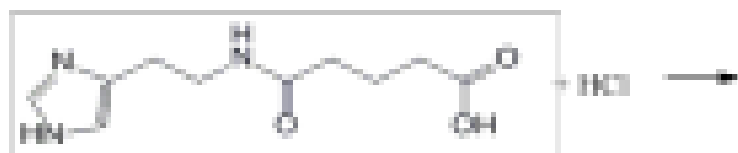


1 балл

Ингаверин



1 балл



По 1 баллу за каждое уравнение

ИТОГО 12 баллов

Задача 3

X-простое вещество, название которого с древнегреческого переводится как «запах». Вещество **X** имеет наибольшую известную плотность. 19 грамм вещества **X**, реагируя с кислородом, образует вещество **A** (реакция 1). Вещество **A** - крайне токсичное соединение, летучее вещество с запахом гнилой редьки. Если же ко всему образовавшемуся **A** добавить избыток **X**, образуется вещество **B** массой 44,4 грамма (реакция 2). Другим способом получения **B** является реакция **A** с монооксидом азота с выделением бурого газа (реакция 3). **A**, реагируя с нитритом калия в щелочном растворе, образует вещество **C** (реакция 4). Процентное содержание **X** в **C** составляет 51.63%. При 200°C **C** разлагается, превращаясь в **D** (реакция 5). **D**, реагируя с серной кислотой, образует **A** и **B** (реакция 6).

1. Определите вещества **X**, **A-D**.

2. Напишите реакции 1-6.

Решение задачи 3:

1. **X** - Os; **A** - OsO₄; **B** - OsO₂; **C** - K₂OsO₄*2H₂O; **D** - K₂OsO₄.

2. (1) $\text{Os} + 2\text{O}_2 = \text{OsO}_4$

(2) $\text{OsO}_4 + \text{Os} = 2\text{OsO}_2$

(3) $\text{OsO}_4 + 2\text{NO} = \text{OsO}_2 + 2\text{NO}_2$

(4) $\text{OsO}_4 + \text{KNO}_2 + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{OsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$

(5) $\text{K}_2\text{OsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{OsO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ при 200°C

(6) $2\text{K}_2\text{OsO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{OsO}_4 + \text{OsO}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

1. За каждое правильно написанное вещество - 1 балл. Итого: 5 баллов.

2. За каждое правильное уравнение (с коэффициентами) - 1 балл. За каждое полуправильное уравнение (без или с неправильными коэффициентами) - 0.5 балла. Итого: 6 баллов.

3. За подтверждение состава веществ с помощью расчёта - 2 балла.

Итого: 2 балла.

Общее количество баллов - 13.

Задача 4

Нередко медь образует соединения со степенью окисления +3. К таким соединениям относят купраты. Прокаливая гидроксид меди (II) с пероксодисульфатом калия (W(K)=28,89%) (реакция 1), получили гранатово-красный кристаллический порошок **A** (W(O)= 27,12%), который под действием щелочи превращается в купрат металла **X** (W(O)=37,54%, содержит 4 атома кислорода). (реакция 2)

1. Вычислите формулу купрата металла **X**

2. Напишите уравнения реакций 1 и 2

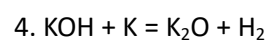
3. Напишите уравнение реакции металла **X** с его гидрооксидом

Решение задачи 4

1. 4 атома кислорода имеют массу 64. Значит молярная масса купрата $64 / 0,3754 = 170,5$ г/моль. $170,5 - 64 - 63,5 = 43$. Учитывая, что 4 атома кислорода несут заряд 8- медь 3+, металл щелочной 1+. Еще 4+ скорее всего приходится на 4 атома водорода. Значит формула купрата $\text{K}[\text{Cu}(\text{OH})_4]$. 3 балла

2. Реакция 1 $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2 балла

Реакция 2 $\text{Cu}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ 2 балла



2 балла

ИТОГО 9 баллов