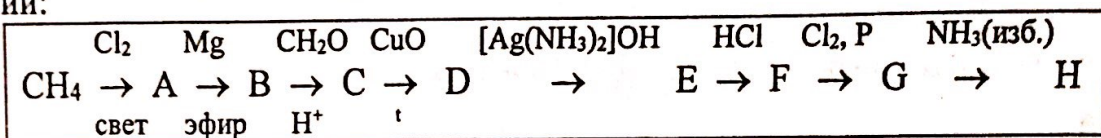


**Задание теоретического тура РХО – 2017 для 10 класса**  
(Время на выполнение 300 минут). 70 баллов.

**№10-1-2017респ. Цепочки химических превращений. 4 балла.**

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:



Определите неизвестные соединения и напишите их структурные формулы.

**№10-2-2017респ. 5 баллов.**

Нитрат калия можно получить осторожным растворением гидрокарбоната калия в точно рассчитанном количестве 20%-ной азотной кислоты и последующим охлаждением образующегося раствора. Вычислите выход соли (в % от теоретического), выпадающей в виде кристаллов при охлаждении раствора, если массовая доля соли в насыщенном растворе после охлаждения равна 24%.

**№10-3-2017респ. 6 баллов.**

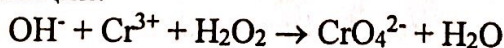
Содержание углеводорода в смеси пентана с неизвестным углеводородом составляет 85% по массе. Объем кислорода, необходимого для полного сжигания данной смеси, в 6,5 раза превышает объем смеси. Напишите структурные формулы всех возможных углеводородов, удовлетворяющих условию задачи и их названия по международной номенклатуре (IUPAC).

**№10-4-2017респ. 7 баллов.**

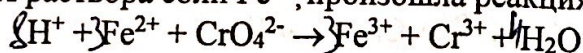
Вещества А и Б – соли одного и того же металла с равной молярной массой, причем соль А разлагается при нагревании на оксид и смесь двух газов в соотношении 1:4, а соль Б при нагревании разлагается на тот же оксид и смесь трех других газов в соотношении 1:1:2. Если смешать А и Б в соотношении 1:1, то разложение протекает при более низкой температуре и приводит к смеси трех газов в мольном соотношении 1:1:1 с плотностью по водороду 18 (газы – при температуре разложения). Масса оксида металла, образующегося при разложении любой из исходных солей, составляет 27% от массы исходной соли. Найдите соли.

**№10-5-2017респ. 8 баллов.**

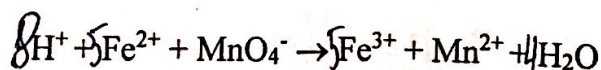
Образец сплава, в состав которого входят серебро, медь и хром, массой 1500 мг растворили, а полученный раствор, содержащий ионы Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup> и Cr<sup>3+</sup>, разбавили точно до объема 500 мл. Отобрали 1/10 часть этого раствора и после удаления из него Ag<sup>+</sup> и Cu<sup>2+</sup> хром окислили согласно следующей схеме реакции:



Затем прилили 25 мл 0,1 М раствора соли Fe<sup>2+</sup>; произошла реакция по схеме:



Для полного окисления оставшихся в реакционной смеси ионов Fe<sup>2+</sup> добавили 17,2 мл 0,02 М раствора KMnO<sub>4</sub>:



В другом опыте часть исходного раствора (200 мл) подвергли электролизу. Из-за побочных процессов выход металлов составил 90%. После пропускания электрического тока силой 2А в течение 14,50 мин все три металла количественно выделились.

1. Определите состав сплава (содержание металлов укажите в массовых процентах).
2. Напишите уравнения проведенных окислительно-восстановительных реакций и подберите коэффициенты методом электронного баланса и методом полуреакций.

**Желаем успехов!**

№10-6-2017 РХО. 9баллов.

пункт	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	□
баллы	1	1,5	2	1,5	1	0,5	1,5	9

**Кинетика**

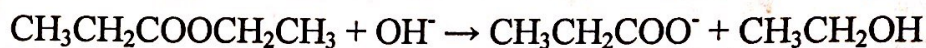
**1. Немного фантазии**

Некие археологи обнаружили древний артефакт, который необходимо исследовать на наличие редкого радиоактивного элемента. Однако времени не так много. Они должны успеть привезти находку в лаборатории до тех пор, пока не более 85% элемента распадётся. Распадается элемент согласно уравнению первого порядка, а время полураспада равно 13 часам.

i. Сколько времени у археологов?

**2. Ближе к жизни**

Этиловый эфир пропановой кислоты гидролизуеться в щелочной среде согласно уравнению:



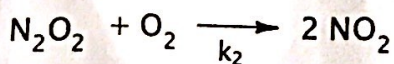
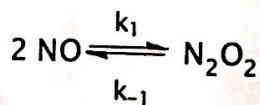
В таблице приведены начальные условия для трех экспериментов:

Эксперимент	[Эфир] (моль/л)	[OH <sup>-</sup> ] (моль/л)	v (ммоль/л·сек)
1	0.0450	0.300	1.09
2	0.0900	0.300	2.15
3	0.0900	0.150	1.11

i. Напишите выражение для скорости реакции и определите значение константы скорости.

**3. Оксиды азота**

Реакция  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  в газовой фазе протекает согласно следующему механизму:



где  $k_1 \approx k_{-1} \gg k_2$ .

i. Напишите выражение для скорости реакции образования  $\text{NO}_2$  в виде

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k \cdot [\text{NO}]^a \cdot [\text{O}_2]^b \cdot [\text{NO}_2]^c$$

и определите a, b и c.

4. Выражение скорости реакции можно также написать в виде:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -k_3 \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$$

Это выражение может быть упрощено, если в начале NO будет вдвое больше O<sub>2</sub>, т.е. [NO]:[O<sub>2</sub>] = 2:1

i. Покажите, что выражение скорости реакции будет в виде:  $\frac{d[O_2]}{dt} = -k'_3 \cdot [O_2]^x$  и определите соотношения k<sub>3</sub> и k'<sub>3</sub>. Чему равен x?

5. Проинтегрируйте выражение, полученное в предыдущем пункте, и покажите, что концентрация O<sub>2</sub> со временем меняется согласно:

$$\frac{1}{[O_2]^2} = \frac{1}{[O_2]_0^2} + 2 \cdot k'_3 \cdot t$$

6. Для изучения кинетики реакций, проходящих в газовой фазе измеряют давление газа, которое меняется со временем. Давление кислорода может быть выражено:

$$p(O_2) = p_{\text{общее}} - \frac{2}{3} p_{0, \text{общее}}$$

Вместо [O<sub>2</sub>] в моль/л, можете пользоваться p(O<sub>2</sub>) в Па, которое может быть выражено через концентрацию.

i. Напишите выражение, связывающее молярную концентрацию газа с его парциальным давлением.

7. В таблице приведены кинетические данные для смеси NO и O<sub>2</sub> в соотношении 2:1. Измерено при 298 К:

t (сек)	0	60	120	180	240	300
$P_{\text{общее}} \times 10^{-4}$ (Па)	1.350	1.105	1.060	1.030	1.015	1.005
$p(O_2) \times 10^{-4}$ (Па)						
$1/p^2(O_2) \times 10^8$ (Па <sup>-2</sup> )						

i. Заполните пустые клетки и покажите графически, что выражение скорости реакции в пункте 5 правильно. Рассчитайте k'<sub>3</sub>.

№10-7-2017 РХО. 7 баллов.

пункт	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	□
баллы	1	1,5	1	1,5	2	7

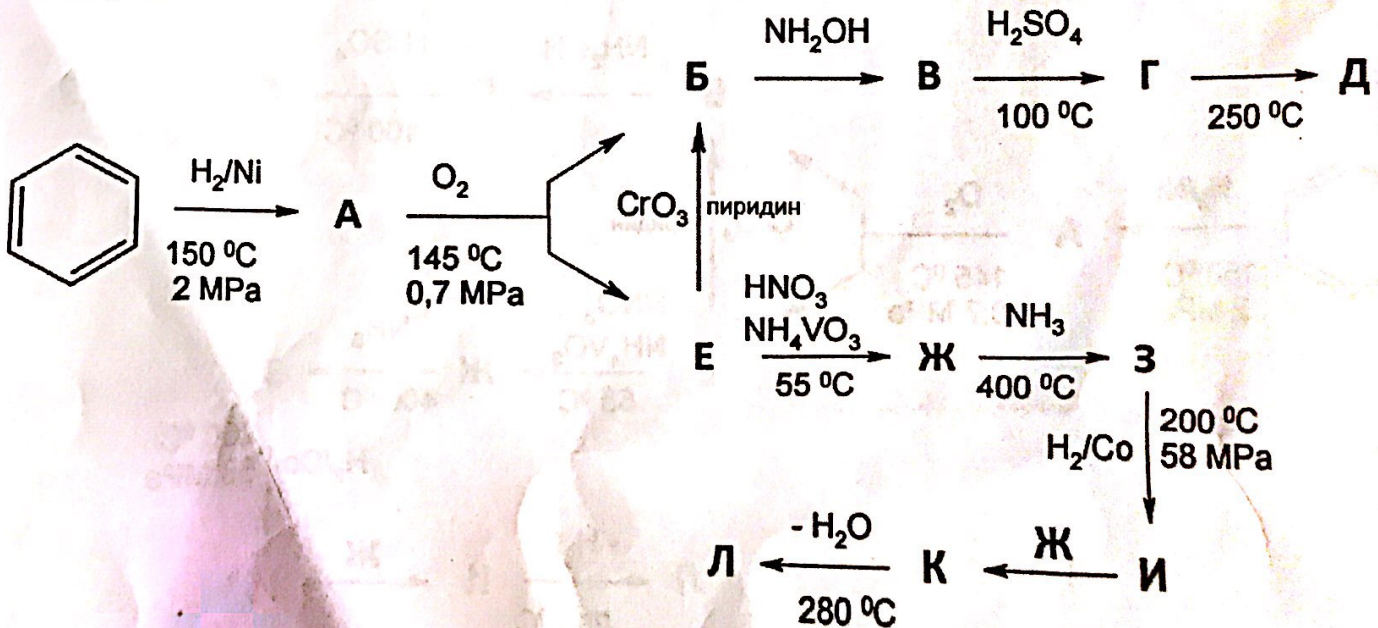
Полимеры принимают молекулярную кристаллическую структуру. В такой структуре, полимеры упаковываются также, как и ионные соединения, только в виде свернутых в клубок витков вместо ионов.

1. Посчитайте энтальпию реакции полимеризации поливинилхлорида, если энергия двойной углерод-углеродной связи равна 680 кДж/моль, а энергия простой углерод-углеродной связи – 370 кДж/моль.
2. Образец полимера имеет среднюю степень полимеризации ( $n$ ) равную 750. Определите среднюю длину клубка полимера по формуле  $L = l\sqrt{2n}$ , где  $L$  – это средняя длина клубка,  $l$  – длина связи углерод-углерод и  $n$  – средняя степень полимеризации. Длину углерод-углеродной связи примите равной 0.154 нм.
3. Рассчитайте среднюю длину полностью размотанного полимера ( $L_{ext}$ ).
4. Посчитайте число атомов углерода и атомов водорода в кристаллической ячейке полиэтилена с параметрами  $0.255 \text{ нм} \times 0.494 \text{ нм} \times 0.741 \text{ нм}$ . Примите, что плотность данной кристаллической структуры равна  $0.9979 \text{ г/см}^3$ .
5. Белки – это биологические полимеры, которые могут принимать глобулярную структуру, схожую с клубком. Предположим, у нас есть белковое соединение типа АВ, где А – это глобулярный белок А, а В – это глобулярный белок В. Обнаружено, что данный белок принимает структуру хлорида натрия. Рассчитайте долю занятого пространства в кристаллической ячейке данного белкового соединения АВ, если радиус глобулярного белка А составляет 0.78 нм, а радиус глобулярного белка В – 1.32 нм.

№10-8-2017 РХО. 7 баллов.

Вещества	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	□
баллы	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	7

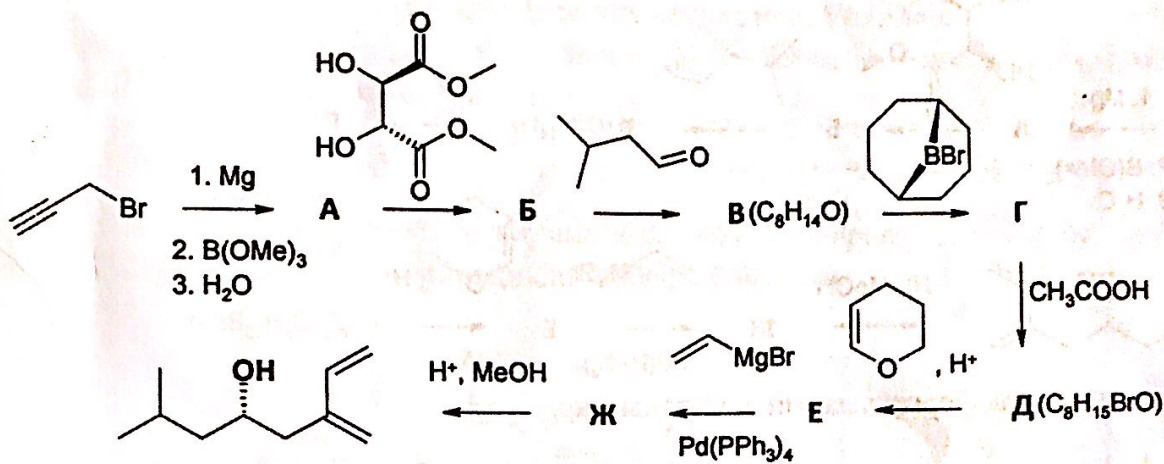
Расшифруйте следующую цепочку превращений. Напишите структурные формулы соединения А-Л. При сжигании 1.000 г органического вещества Г образуется 2.337 г  $\text{CO}_2$ , 0.876 г  $\text{H}_2\text{O}$  и 0.124 г  $\text{N}_2$ . Полимеры Д и Л являются изомерами.



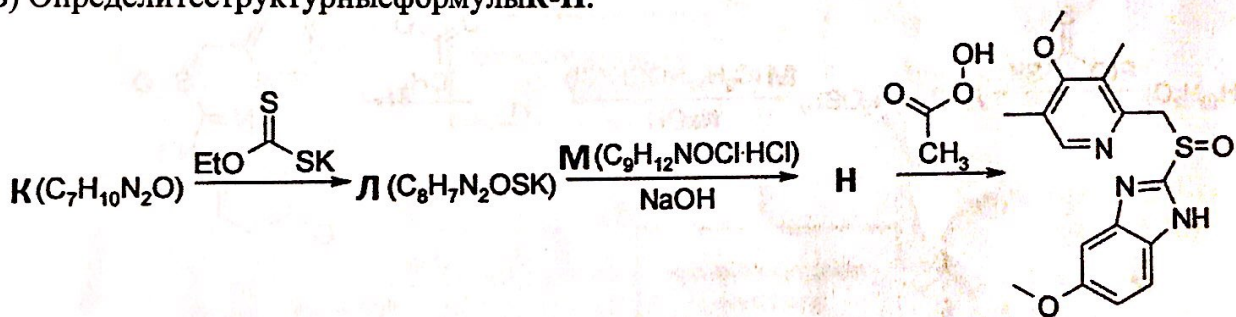
№10-9-2017 РХО. 9 баллов.

Вещества	A	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	□
Баллы	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	9

А) Напишите структурные формулы А-Ж.



Б) Определите структурные формулы К-Н.



# №10-10-2017 РХО. Орнитиновый цикл. 8 баллов.

Орнитиновый цикл или цикл Кребса-Ганзелейта или цикл вещества А - последовательность биохимических реакций млекопитающих и нескольких рыб. Вещество А имеет особое значение в развитии органической химии. Вёлер в 1928 году смог провести синтез этого вещества из неорганических веществ.

1. Назовите и напишите структурную формулу вещества А. 1 балл
2. Приведите структурные формулы веществ X-Z. Какие из них являются оптически активными? Укажите хиральные центры.
3. Дайте классификацию аргинина как аминокислоты (полярная, неполярная, заряженная, незаряженная, ароматическая, гетероциклическая). 2.5 баллов.

Вещества	X	Y	Z	□
Баллы	1.5	1.5	1.5	4.5

