



**Республиканская олимпиада по химии**  
*Районный этап (2021-2022).*  
*Официальный комплект решений 10 класса*

## Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач районной олимпиады 2021 года по химии.

**Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **2 астрономических часа (120 минут)** на выполнение заданий олимпиады. Ваш результат – сумма баллов за каждую задачу, с учетом весов каждой из задач.

Вы можете решать задачи в черновике, однако, не забудьте перенести все решения на листы ответов. Проверяться будет **только то, что вы напишете внутри специально обозначенных квадратиков**. Черновики проверяться **не будут**. Учтите, что вам **не будет выделено** дополнительное время на перенос решений на бланки ответов.

Вам **разрешается** использовать графический или инженерный калькулятор.

Вам **запрещается** пользоваться любыми справочными материалами, учебниками или конспектами.

Вам **запрещается** пользоваться любыми устройствами связи, смартфонами, смарт-часами или любыми другими гаджетами, способными предоставлять информацию в текстовом, графическом и/или аудио формате, из внутренней памяти или загруженную с интернета.

Вам **запрещается** пользоваться любыми материалами, не входящими в данный комплект задач, в том числе периодической таблицей и таблицей растворимости. На **странице 3** предоставляем единую версию периодической таблицы.

Вам **запрещается** общаться с другими участниками олимпиады до конца тура. Не передавайте никакие материалы, в том числе канцелярские товары. Не используйте язык жестов для передачи какой-либо информации.

За нарушение любого из данных правил ваша работа будет **автоматически** оценена в **0 баллов**, а прокторы получают право вывести вас из аудитории.

На листах ответов пишите **четко и разборчиво**. Рекомендуется обвести финальные ответы карандашом. **Не забудьте указать единицы измерения (ответ без единиц измерения будет не засчитан)**. Соблюдайте правила использования числовых данных в арифметических операциях. Иными словами, помните про существование значащих цифр.

Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите **0 баллов**, даже если ответ правильный.

Решения этой олимпиады будут опубликованы на сайте [www.qazcho.kz](http://www.qazcho.kz)

Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайтах [www.daryn.kz](http://www.daryn.kz) и [www.kazolymp.kz](http://www.kazolymp.kz).

**Районный этап республиканской олимпиады по химии 2021.  
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.**

1																	18
1 H 1.008	2 He 4.003																
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

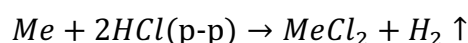
### Задача №1. Смесь веществ (Мадиева М.)

1.1	1.2	Всего
10	7	17

Смесь двух простых веществ, Me(II) и X, массой 27 г была обработана избытком соляной кислоты. В результате реакции выделилось 4.81 л водорода (20°C, 1 атм), при этом масса исходной смеси уменьшилась на 13 г. После полного сжигания в избытке кислорода такого же количества смеси её масса увеличилась на 19.20 г.

1. Установите простые вещества и их мольные доли в смеси.

В соляной кислоте растворяется активный металл Me массой 13г. Остаток массой  $27 - 13 = 14$  г не прореагировавшее с кислотой простое вещество X. Обозначим количества металлов x и y моль. Запишем уравнения реакций:



0.5 балл за реакцию

$$v(H_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{1 * 4.81}{0.082 * 293} = 0.2 \text{ моль} = v(Me)$$

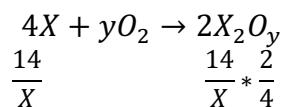
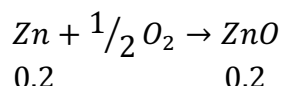
0.5 балл за количество моль водорода

$$M_r = \frac{m}{v} = \frac{13}{0.2} = 65 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = Zn$$

2 балла за определение цинка

При сжигании масса смеси увеличилась до  $27 + 19.2 = 46.2$  г.

Рассмотрим образовавшиеся продукты как смесь оксидов цинка и неизвестного элемента X.



Составим уравнение:

$$m_{ZnO} + m_{X_2O_y} = 46.2 \text{ г} \rightarrow 0.2 * 81 + \frac{7}{X} * (2X + 16y) = 46.2$$
$$X = 7y$$

При  $y = 1, X = 7$  г/моль. Это Li, однако литий – щелочной металл, бурно реагирующий с кислотами. По условию задачи он не подходит.

При  $y = 2, X = 14$  г/моль. Подходящего простого вещества нет.

При  $y = 3, X = 21$  г/моль. Подходящего простого вещества нет.

При  $y = 4, X = 28$  г/моль. Это Si.

За правильное уравнение и нахождение элемента – полные 5 балла. 0 баллов при неправильно составленном уравнении и(или) решении

В исходной смеси находятся 0.2 моль Zn и  $\frac{14}{28} = 0.5$  моль Si.

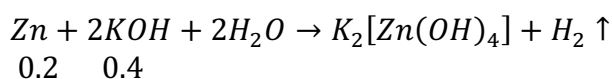
$$\chi(\text{Zn}) = \frac{0.2}{0.2 + 0.5} = 0.286 \text{ или } 28.6 \%$$

$$\chi(\text{Si}) = \frac{0.5}{0.2 + 0.5} = 0.714 \text{ или } 71.4 \%$$

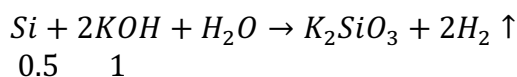
По 1 балла за каждую мольную долю

2. Определите, возможно ли растворение исходной навески смеси (полное или частичное) в растворе гидроксида калия и рассчитайте, какой объем 25% раствора щелочи (плотность 1.185 г/мл) для этого потребуется.

Оба вещества растворяются в горячей щелочи:



2 балла за уравнение с цинком



2 балла за уравнение с кремнием

$$V(\text{KOH}) = \frac{v * M_r}{\omega * \rho} = \frac{(1 + 0.4) * 56}{0.25 * 1.185} = 264.64 \text{ мл}$$

3 балла за объем гидроксида калия

## Задача №2. АБВГДейка (Бекхожин Ж.)

А	Б	В	Г	Х	n	реакции	Всего
4	2	4	2	2	1	2	17

Бинарное соединение **А** смешали с избытком графита и нагревали в атмосфере зеленого окисляющего газа **Б**, при этом **Б** состоит только из одного элемента. В результате образовалась безводная бинарная соль **В** и токсичный газ **Г**. Газ **Г** также можно получить нагреванием графита в атмосфере углекислого газа. Массовая доля **Х** в **В** составляет 20.2%. При растворении 5 граммов **В** в воде происходит выделение тепла и раствор приобретает кислую среду. Из этого раствора можно выделить 9.04 грамма кристаллогидрата соли, имеющего формулу **В\* nH<sub>2</sub>O**. Расшифруйте формулы неизвестных веществ, определите число молекул воды **n** и запишите сбалансированные уравнения всех реакций кроме реакции графита с углекислым газом.

Из описания следует, что **Б** – молекулярный хлор, Cl<sub>2</sub> (2 балла)

Из реакции образования Г следует что это оксид углерода, ведь реагенты содержат только кислород и углерод, тогда Г – угарный газ, CO (2 балла)

Соединения А и В бинарные, значит они содержат металл X, который потом получается при восстановлении калием. При этом, смотря на реагенты и продукты первой реакции, А содержит кислород, а В – хлор. Тогда А это оксид а В – хлорид. Общая формула В тогда –  $XCl_m$  так как хлор всегда имеет валентность 1. Из реакции В с металлическим калием можно определить, что массовая доля X в В составляет

$$0.404 \div 2 * 100\% = 20.2\%$$

Пусть X имеет молярную массу M, тогда

$$\frac{M}{M + m * 35.5} = 0.202$$

$$M = \frac{m * 35.5 * 0.202}{1 - 0.202} = 9 * m$$

Для  $m = 1$ ,  $M = 9$ , бериллий – не подходит, он бы дал дихлорид.

Для  $m = 2$ ,  $M = 18$ , ближайший элемент, фтор – не подходит, он галоген, а не металл.

Для  $m = 3$ ,  $M = 27$ , алюминий – подходит.

X – алюминий, Al (2 балла)

A – оксид алюминия,  $Al_2O_3$  (4 балла)

B – хлорид алюминия,  $AlCl_3$  (4 балла)

Из массы безводного хлорида определяем количество вещества:

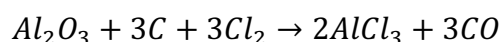
$$n_{AlCl_3} = 5 \div (27 + 3 * 35.5) = 0.0374 \text{ моль}$$

Из разницы масс безводной соли и кристаллогидрата определяем количество вещества воды:

$$n_{H_2O} = (9.04 - 5) \div (16 + 2 * 1) = 0.224 \text{ моль}$$

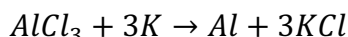
Разделив одно на другое, получим что на одну молекулу безводной соли приходится 6 молекул воды,  $n = 6$  (1 балла)

Реакция А с графитом и Б:



(1 балла)

Реакция В с металлическим калием:



(1 балла)

### Задача №3. Бишофит (Черданцев В.)

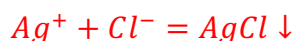
3.1	3.2	3.3	Всего
4	11	7	22

Минерал бишофит, являющийся источником водного хлорида магния, широко используется в производстве бетона, строительстве, медицине и сельском хозяйстве. Некоторые подземные слои бишофита были найдены на территории Казахстана, а сам минерал представляет собой гексагидрат хлорида магния  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  с небольшим содержанием различных примесей.

Образец бишофита привезли для анализа в исследовательский центр, в котором работал Юный Химик. Бороздя просторы интернета, Юный Химик однажды наткнулся на видео, в котором была продемонстрирована реакция получения вещества А при нагревании кристаллогидрата хлорида магния. Юный химик решил проверить достоверность данной реакции, используя небольшое количество привезенного образца бишофита.

Для этого он сначала отчистил образец бишофита от примесей методом перекристаллизации, получив при этом кристаллы гексагидрата хлорида магния. Взвесив небольшое количество полученного кристаллогидрата, Юный химик аккуратно нагрел его под вытяжкой при  $300^\circ C$  (реакция 1). Полученный предполагаемый продукт А массой 0.291 г он растворил в 50 мл 0.1 М раствора соляной кислоты (реакция 2) и довел объем полученного раствора до 100 мл при помощи дистиллированной воды (раствор 1). К 50 мл раствора 1 он прибавил избыток раствора нитрата серебра (реакция 3), при этом выпало 0.632 г белого осадка.

1. Рассчитайте массовую долю хлора в предполагаемом продукте А.



Количество вещества хлорид-ионов в 50 мл раствора 1:

$$n(Cl^-) = n(AgCl) = \frac{0.632}{143.5} = 4.4 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

Количество вещества хлорид-ионов в 100 мл раствора 2:

Районный этап республиканской олимпиады по химии 2021.  
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.

$$n_0(Cl^-) = 2 \cdot 4.4 \cdot 10^{-3} = 8.8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

$$n_0(Cl^-) = n(Cl^- \text{ в соединении A}) + n(Cl^- \text{ в растворе HCl})$$

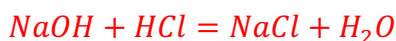
$$n(Cl^- \text{ в соединении A}) = n_0(Cl^-) - n(Cl^- \text{ в растворе HCl}) = 8.8 \cdot 10^{-3} - 0.1 \cdot 0.05 = 3.8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

$$\omega(Cl) = \frac{m(Cl \text{ в соединении A})}{m(A)} = \frac{3.8 \cdot 10^{-3} \cdot 35.5}{0.291} = 46.4\% \text{ (1 балл)}$$

[4 балла]

Для нейтрализации оставшихся 50 мл *раствора 1* потребовалось 12.0 мл 0.05 М раствора гидроксида натрия (*реакция 4*, ионы магния при этом остаются в растворе). Выполнив все описанные процедуры и используя полученные данные, Юный Химик вывел формулу вещества **A**, и она совпала с формулой из видео.

2. Установите формулу вещества **A**, подтвердив ответ расчетами. Запишите уравнения реакций 1-4.



Количество вещества соляной кислоты в 50 мл раствора 1:

$$n_{1/2}(HCl) = n(NaOH) = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0.05 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

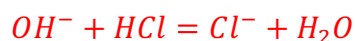
Количество вещества соляной кислоты в 100 мл раствора 1:

$$n(HCl) = 2 \cdot 6 \cdot 10^{-4} = 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

$$n_0(HCl) = 0.05 \cdot 0.1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

$$\Delta n = n_0(HCl) - n(HCl) = 5 \cdot 10^{-3} - 1.2 \cdot 10^{-3} = 3.8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

Изначальное количество соляной кислоты, находившееся в растворе, не равно количеству соляной кислоты после растворения в ней вещества **A**. Это означает, что вещество **A** вступило в реакцию с соляной кислотой. Учитывая, что **A** получается при нагревании кристаллогидрата хлорида магния, наиболее вероятным вариантом будет наличие гидроксильной группы в составе **A** (1 балл), которая и нейтрализует часть соляной кислоты:



Количество вещества гидроксид-анионов в составе **A**:



$$n(\text{OH}^-) = \Delta n(\text{HCl}) = 3.8 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Заметим, что количество вещества гидроксид-анионов и хлорид-анионов в составе А равно ( $3.8 \cdot 10^{-3}$  моль), а значит равны и индексы этих анионов в формульной единице А. Предположим, что одна молекула А содержит один атом хлора и одну гидроксильную группу, и рассчитаем молярную массу оставшихся элементов в А:

$$M(A) = \frac{M(\text{Cl})}{\omega(\text{Cl})} = \frac{35.5}{0.464} = 76.5 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{ост}} = 76.5 - 35.5 - 17 = 24 \text{ г/моль}$$

Такая молярная масса соответствует одному атому магния. Таким образом, вещество А является основным хлоридом магния  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ . **(3 балла, итого 7 баллов за правильное нахождение формулы А с вычислениями)**



(также засчитывается реакция нитрата серебра с соляной кислотой или хлоридо

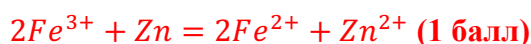


Если некоторые реакции были записаны в предыдущих пунктах, то баллы ставятся только один раз.

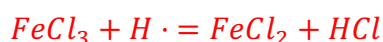
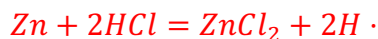
**[11 баллов]**

После проведения своего эксперимента Юный Химик решил определить содержание железа – частой примеси магниевых минералов – в привезенном образце бишофита. Для этого он взвесил 10 г бишофита, растворил данную навеску в небольшом количестве раствора соляной кислоты и, осторожно нагревая, на некоторое время добавил в полученный раствор гранулы цинка, чтобы перевести ионы трехвалентного железа в двухвалентную форму. Затем он охладил раствор, вынул гранулы цинка и дистиллированной водой довел объем раствора до 100 мл. Оказалось, что с 20 мл полученного раствора способно прореагировать 13.7 мл 0.01 М раствора дихромата калия в среде соляной кислоты.

3. Запишите уравнения описанных реакций и рассчитайте массовую долю железа в образце бишофита.



Возможны также следующие варианты записи:  $2FeCl_3 + Zn = 2FeCl_2 + ZnCl_2$   
или



Количество вещества железа в 20 мл раствора:

$$n(Fe^{2+}) = 6 \cdot n(Cr_2O_7^{2-}) = 6 \cdot 0.0137 \cdot 0.01 = 8.22 \cdot 10^{-4} \text{ моль (1 балл)}$$

Количество вещества железа в 100 мл раствора:

$$n_0(Fe) = 5 \cdot 8.22 \cdot 10^{-4} = 4.11 \cdot 10^{-3} \text{ моль (1 балл)}$$

$$m(Fe) = 4.11 \cdot 10^{-3} \cdot 56 = 0.23 \text{ г}$$

$$\omega(Fe) = \frac{0.23}{10} \cdot 100\% = 2.3\% \text{ (2 балла)}$$

[7 баллов]

#### Задача №4. Неизвестный углеводород (Молдағұлов Ғ.)

4.1	4.2	4.3	Всего
3	10	11	24

Углеводород **X**, плотность паров которого при н.у. равна 3.13 г/л, не обесцвечивает водный раствор перманганата калия, а при взаимодействии с водородом в присутствии платины даёт смесь веществ **A** и **B**. Стоит отметить, что все остальные изомеры углеводорода **X**, не обесцвечивающие водный раствор перманганата калия, при аналогичном восстановлении образуют либо вещество **C**, либо смесь веществ **B** и **C**.

1) Определите молекулярную формулу вещества **X**.

Исходя из известной нам плотности можно предположить что **X** – газообразное вещество, потому что плотности жидкостей и твёрдых веществ в большинстве случаев равны или выше приблизительно значению в 1000 г/л.

$$M_w(X) = \rho \cdot V_m = 3.13 \frac{\text{г}}{\text{л}} \cdot 22.4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} \approx 70 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Районный этап республиканской олимпиады по химии 2021.  
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.

Исходя из рассчитанной молекулярной массы  $X$  можно предположить что  $X$  соответствует формуле  $C_nH_{2n}$ , где  $n = 5$ .

$$M_w(X) = 12 \frac{r}{\text{моль}} \cdot 5 + 1 \frac{r}{\text{моль}} \cdot 10 = 70 \frac{r}{\text{моль}}$$

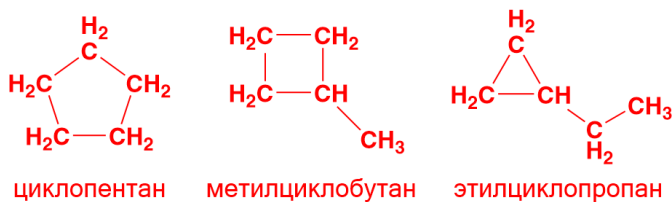
Молекулярная формула  $X$  -  $C_5H_{10}$ .

За расчёт молекулярной массы и нахождение формулы вещества присуждается по 1.5 баллу. Итого 3 балла за пункт.

2) Нарисуйте все структурные изомеры, соответствующие плотности и свойствам  $X$ . Назовите каждый из этих изомеров в соответствии с номенклатурой ИЮПАК.

Исходя из молекулярной формулы нам известно что степень ненасыщенности  $X$  равна единице, что соответствует либо алкенам, либо циклоалканам. Судя по тому что  $X$  не содержит ненасыщенных связей, способны восстанавливать перманганат ионы, мы можем предположить что вещество  $X$  – циклоалкан.

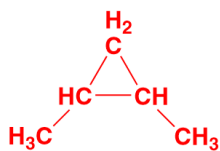
Возможные варианты структуры вещества  $X$ :



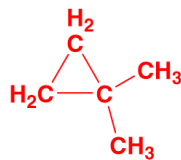
циклопентан

метилциклобутан

этилциклопропан



1,2-диметилциклопропан



1,1-диметилциклопропан

За каждую структуру по 1 баллу.

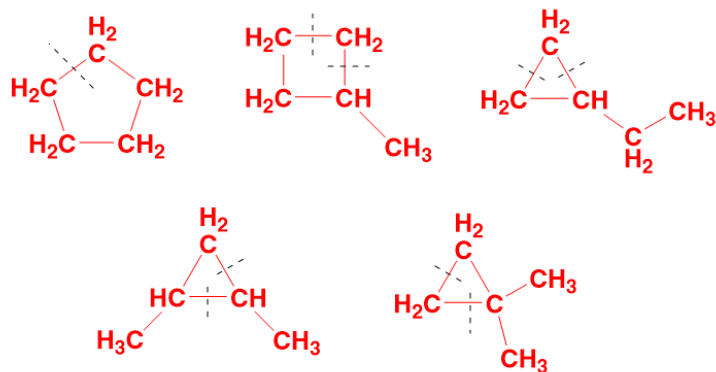
За каждое правильное название структуры по 1 баллу.

Суммарно 10 баллов за пункт.

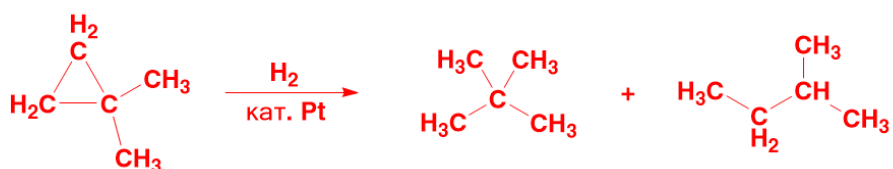
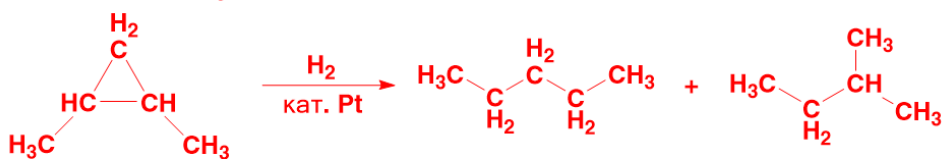
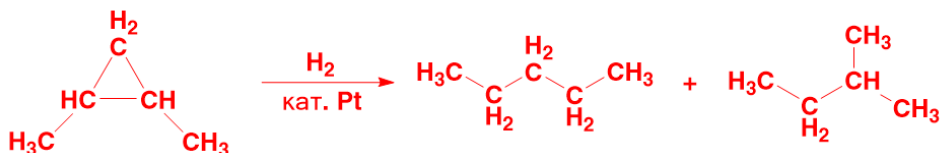
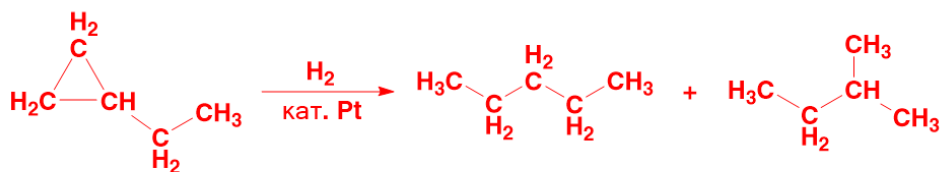
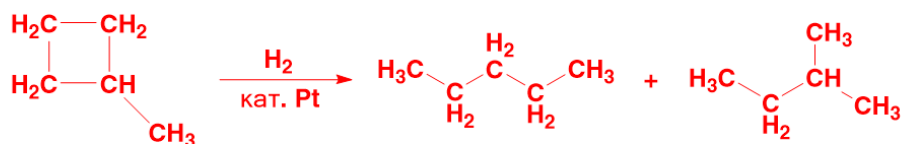
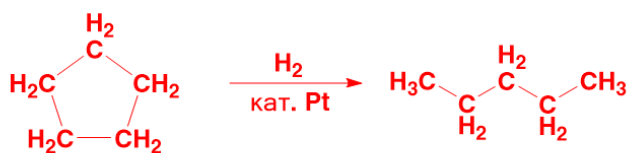
3) Определите вещества  $X$ ,  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Объясните ваш вывод.

Несмотря на то что в циклоалканах все связи насыщены, они способны восстановиться до алифатических алканов. Раскрытие цепи может произойти при разрыве одной из углерод-углеродной связи как показано пунктирной линией ниже:

Районный этап республиканской олимпиады по химии 2021.  
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.



Давайте разберём все продукты восстановления предложенных выше структур:



Отсюда мы можем заметить что почти все эти вещества при восстановлении образуют смесь пентана и 2-метилбутана, и лишь 1,1-диметилциклопропан при восстановлении образует смесь 2-метилбутана и 2,2-диметилпропана (неопентана).

Тогда вещество **X** это 1,1-диметилциклопропан, **A** – 2,2-диметилпропан, **B** – 2-метилбутан, а **C** – пентан.

За каждое правильно определенное вещество **X**, **A**, **B**, и **C** по 2 балла.

Районный этап республиканской олимпиады по химии 2021.  
Комплект решений теоретического тура. 10 класс.

За правильное рассуждение полученного ответа присуждается 3 полных балла.  
Суммарно 11 баллов за пункт.