



Республиканская олимпиада по химии
Заключительный этап (2021-2022).
Официальный комплект решений 9 класса

Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач республиканской олимпиады 2022 года по химии. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **5 астрономических часов (300 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.gazcho.kz

Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайте www.kazolymp.kz.

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 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 Y -	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 Y -	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. Химический блиц (Моргунов А.)

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	Всего	Вес (%)
2	3	3	4	4	2	3	21	10

Предлагаем вам сделать небольшую интеллектуальную разминку и решить следующие задачи.

1. Установите формулу оксида, в котором массовая доля кислорода равна 56.36%.

Общая формула оксида - E_2O_y . Обозначим атомную массу элемента за x

$$\frac{16y}{2x + 16y} = 0.5636$$

$$28.3889y = 2x + 16y$$

$$x = 6.19$$

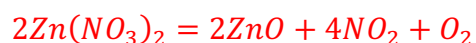
Перебор разных значений y

$y=1$	2	3	4	5	6	7
$x=6.19$	12.39	18.58	24.77	30.97	37.16	43.36

Значит это фосфор, а формула оксида P_2O_5 (2 балла)

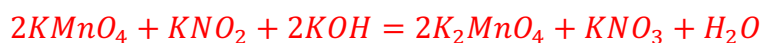
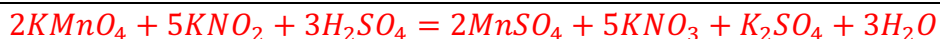
2. Запишите уравнения реакций разложения а) нитрата калия, б) нитрата цинка, в) нитрата серебра.

За каждую реакцию по 1 баллу (0 баллов без коэффициентов), всего 3 балла



3. Запишите уравнения реакций перманганата калия с нитритом калия в а) серной кислоте, б) воде, в) гидроксиде калия.

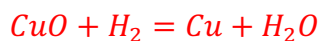
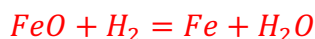
За каждую реакцию по 1 баллу (0 баллов без коэффициентов), всего 3 балла



По 0.5 б если реакции неправильные, но верно указан продукт восстановления перманганата калия

4. На полное восстановление 7.57 г. смеси оксидов железа (II) и меди потребовалось 2.24 л молекулярного водорода (при н.у.). Определите массовые доли оксидов в исходной смеси.

Запишем уравнения реакций:



2.24 л водорода при н.у. это

$$\frac{2.24\text{л}}{22.4\text{л/моль}} = 0.1 \text{ моль}$$

Допустим в смеси было x моль FeO и y моль CuO . Тогда:

$$71.85x + 79.55y = 7.57$$

$$x + y = 0.1$$

Решая систему получаем $x = 0.05$, $y = 0.05$

Тогда:

$$w(\text{FeO}) = \frac{0.05 \cdot 71.85}{7.57} \cdot 100\% = 47.46\%$$

$$w(\text{CuO}) = \frac{0.05 \cdot 79.55}{7.57} \cdot 100\% = 52.54\%$$

По 2 балла за каждую массовую долю, всего 4 балла. Если ученик использовал целые атомные массы и получил ответ 51.12 % оксида железа и 48.88% оксида меди – по 1.5 балла за каждую массовую долю.

5. «Нужно больше олеума» подумал химик. Какую массу 20% (по массе) олеума необходимо добавить к 50 г. 98% (по массе) серной кислоты, чтобы получить олеум с массовой долей в 1.804%?

При добавлении олеума протекает следующая реакция с водой из серной кислоты: (1 балл за реакцию)



При этом, поскольку в итоге образуется олеум, вся вода должна прореагировать: (1 балл за эту идею)

$$v(H_2O) = \frac{0.02 \cdot 50}{18} = \frac{1}{18}$$

Таким образом, если добавить x грамм 20% олеума, после смешения останется:

$$m(SO_3) = 0.2x - \frac{80.06}{18}$$

А общая масса раствора будет $50 + x$. Таким образом:

$$\frac{0.2x - \frac{80.06}{18}}{50 + x} = 0.01804$$

Отсюда $x = 29.38$ грамм (2 балла)

6. Запишите полную электронную конфигурацию атома меди.

2 балла за такую конфигурацию



1 балл если указана



7. Определите степени окисления каждого атома в следующих веществах: а) $K_4[Fe(CN)_6]$ б) $Na_2Cr_2O_7$ в) I_2

А) Калий +1, Железо +2, углерод +2, азот -3 (за каждую по 0.25 б, всего 1 б)

Б) Натрий +1, хром +6, кислород -2 (за натрий и кислород по 0.25 б, за хром 0.5 б, всего 1 б)

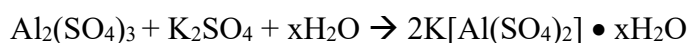
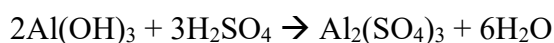
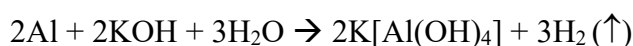
В) Йод - 0 (1 балл)

Задача №2. Очиститель труб «Драно» (Тасанов А.)

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Всего	Вес (%)
8	2	2	4	4	4	10	2	4	4	44	10

Для получения кристаллов вещества А, навеску алюминия массой 0.1 грамм растворили в 1.5М растворе гидроксида калия (1). После, в него добавили раствор серной кислоты. Интересно что при растворении алюминия в избытке гидроксида калия, получаются хорошо растворимые в воде ионы $[Al(OH)_4]^-$, но после добавления небольшого количества серной кислоты выпадает белый осадок (2). С добавлением большего количества серной кислоты в раствор с осадком, кислотность раствора растет и белый осадок растворяется (3). Полученный раствор помещают в ледяную ванну и оставляют на 20 минут (4). Полученные кристаллы фильтруют с помощью воронки Хирша и промывают смесью этанола и воды.

1. Напишите все происходящие реакции (1–4) и общую реакцию всего процесса



(2 балла за каждую реакцию, по 1 баллу при отсутствии баланса, в общем 8 баллов за пункт)

2. Объясните почему раствор держат 20 минут в ледяной ванне

Ледяная баня нужна для снижения растворимости солей в растворе чтобы $K[Al(SO_4)_2] \cdot xH_2O$ выпал в осадок. Раствор держат в ледяной бане в течение 20 минут чтобы получить достаточно большие кристаллы в количестве достаточным для дальнейших действий.

(2 балла за полный ответ, 1 балл если время не упомянуто)

3. Почему используется смесь этанола и воды, а не просто вода?

Кристаллы квасцов слабо растворимы в воде, поэтому, если присутствует большое количество полярных жидкостей, кристаллы растворяются. Для снижения полярности воду смешивают с этанолом.

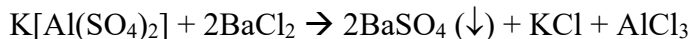
(2 балла за полный ответ, 1 балл если снижение полярности не упомянуто)

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.

Для определения химической формулы химика проводят ряд экспериментов. В первом эксперименте кристаллы растворяют в воде и добавляют 0.5М раствор хлорида бария. В результате получается белый осадок, показывающий наличие иона №1.

4. Определите ион №1 и напишите происходящую реакцию

Белый осадок, выделяющийся после добавления хлорида бария- BaSO_4 .



(4 балла за полный ответ)

В следующем эксперименте полученные кристаллы держат над пламенем и пламя окрашивается в фиолетовый цвет что говорит о наличии иона №2.

5. Определите ион №2 и объясните появление фиолетового цвета

При поднесении кристаллов $\text{K}[\text{Al}(\text{SO}_4)_2]$ к пламени, пламя окрашивается в фиолетовый цвет из за наличия ионов K^+ . Он выделяет фиолетовый цвет, потому что Тепло пламени заставляет электроны в атоме металла подниматься на более высокие энергетические уровни. Это «возбужденное состояние» нестабильно, поэтому электрон возвращается к своему исходному уровню энергии («основное состояние»). Когда он падает, он высвобождает энергию в виде света.

(2 балла за цвет, 2 балла за объяснение, в общем 4 балла за пункт)

Если кристаллы после нагревания растворить в воде и добавить 0.5М раствор хлорида бария никакого осадка не выделяется.

6. Сравните свои наблюдения с тем, что было в первом тесте с хлоридом бария.

В первом тесте хлорид бария дал осадок с ионами SO_4^{2-} .

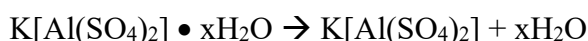
После нагревания кристаллов ионы SO_4^{2-} разлагаются и поэтому осадка с хлоридом бария не будет.

(2 балла за упоминание разложения, 2 балла за то что осадка не будет, в общем 4 балла за пункт)

Также при нагревании, кристаллы начинают издавать шипение и теряют в массе 45.5%.

7. Определите точную формулу кристаллов и посчитайте теоретическую массу полученных кристаллов. Так же объясните почему они начинают издавать шипение.

$\text{K}[\text{Al}(\text{SO}_4)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ при нагревании выделяет шипящий звук потому что выделяется вода и потеря в весе обоснована потерей молекул воды.



Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.

Масса воды будет составлять 45.5% от общей массы кристаллов и с помощью этого мы можем посчитать общую молекулярную массу $K[Al(SO_4)_2] \cdot xH_2O$ и определить x .

$$\frac{18x}{39+27+96 \cdot 2+18x} \times 100 = 45.5\%$$

Решая уравнение, получаем что $x=12$.

Формула кристаллов $K[Al(SO_4)_2] \cdot 12H_2O$

Массу квасцов можно посчитать из массы алюминия 0.1 грамм.

$$0.1 \text{ грамм } Al \times \frac{1 \text{ моль } Al}{27 \text{ грамм } Al} \times \frac{2 \text{ моль квасцов}}{2 \text{ моль } Al} \times \frac{474 \text{ грамм квасцов}}{1 \text{ моль квасцов}} = 1.76 \text{ грамм}$$

(2 балла за причину звука, 4 балла за правильную формулу, 4 балла за правильную массу, в общем 10 баллов за пункт)

8. Напишите полное название полученных кристаллов

Двойной сульфат алюминия-калия называются – алюмокалиевые квасцы.

(2 балла за правильное название)

Коммерческое средство для очистки труб “Драно” состоит из кусков алюминия, сухого гидроксида калия и отбеливателя. Это средство может очистить трубы от нерастворимых в воде частиц, мыла и волос.

9. Объясните принцип действия “Драно”

Реакция между ингредиентами “Драно” и прохладной водой эффективна при удалении засоров, потому что сильное основание и отбеливатель могут разъесть многие материалы засора. Также при реакции алюминия с щелочью выделяется много тепла и водород, который создает давление и выталкивает все вниз.

(2 балла за объяснение, 2 балла за упоминание тепла и давления, в общем 4 балла за пункт)

В описании по использованию “Драно”, строго рекомендуется избавиться от стоящей воды и использовать только холодную воду.

10. Почему эти две рекомендации так важны при использовании этого средства?

Основная причина удаления стоячей воды — убедиться, что реакция происходит рядом с засором, а не в раковине. Кроме того, если не удалить стоячую воду, химикаты будут разбавлены, и реакция будет менее интенсивной. Что касается того, чтобы сточная вода была прохладной, это в первую очередь необходимо для того, чтобы реакция не была слишком быстрой/горячей.

(2 балла за объяснение стоячей воды и разбавление, 2 балла за объяснение использования холодной воды, в общем 4 балла за пункт)

Задача №3. Газовая смесь (Черданцев В.)

3.1	3.2	3.3	Всего	Вес (%)
8	3	7	18	10

Газовую смесь, состоящую из газа А и более легкого газа В и имеющую среднюю молярную массу, отличающуюся не более чем на 10% от молярной массы аммиака, обработали хлором на соответствующем катализаторе. Полученные продукты хлорирования аккуратно растворили в воде, при этом все вещества растворились в воде. Если к полученному раствору прилить избыток раствора нитрата бария, то выпадает 8.63 г нерастворимого в кислотах белого осадка. Если же к полученному раствору прилить избыток раствора нитрата свинца, то выпадает 52.35 г белого осадка.

1. Определите газы А и В, а также рассчитайте объемные доли газов в смеси.

Начнем решение задачи с подсчета диапазона, в котором лежит значение средней молярной массы смеси. Поскольку она отличается не более чем на 10% от молярной массы аммиака, то:

$$M(\text{NH}_3) \cdot 0.9 \leq M_{\text{cp}} \leq M(\text{NH}_3) \cdot 1.1$$

$$15.3 \leq M_{\text{cp}} \leq 18.7$$

Чтобы средняя молярная масса смеси удовлетворяла данному неравенству, молярная масса более легкого газа В должна быть меньше 18.7, что сильно ограничивает круг поиска газа В. Газообразными веществами с такой молярной массой являются H_2 , He, BH_3 , CH_4 и NH_3 . Из этого списка дополнительно можно исключить гелий (не реагирует с хлором) и метан (плохая растворимость продуктов хлорирования в воде, не приводит к выпадению осадка). **(1 балл за рассуждения)**

Нерастворимым в кислотах белым осадком, образующемся при добавлении раствора нитрата бария, является сульфат бария. Это означает, что в растворе, полученном при растворении продуктов хлорирования в воде, присутствуют сульфат-анионы. **(1 балл за рассуждения)** К этому могло привести растворение SO_2Cl_2 в воде (остальные серосодержащие газы, приводящие к образованию сульфат-анионов при растворении, не являются продуктами хлорирования). Тогда осадками, выпадающими при добавлении раствора нитрата свинца, являются сульфат и хлорид свинца. **(1 балл за рассуждения)**

$$n(\text{PbSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{8.63}{233} = 0.037 \text{ моль}$$

$$m(\text{PbSO}_4) = 0.037 \cdot 303 = 11.21 \text{ г}$$

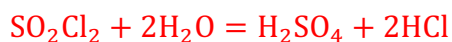
$$m(\text{PbCl}_2) = 52.35 - 11.21 = 41.14 \text{ г}$$

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.

$$n(\text{PbCl}_2) = \frac{41.14}{278} = 0.148 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot 0.148 = 0.296 \text{ моль}$$

Рассчитаем количество вещества кислот, полученных при растворении SO_2Cl_2 в воде:



$$n(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 0.037 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl из SO}_2\text{Cl}_2) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.074 \text{ моль}$$

Это означает, что в растворе присутствует дополнительный источник хлорид-анионов (поскольку всего в растворе 0.296 моль хлорид-анионов).

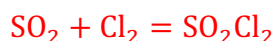
Учитывая обозначенный выше список возможных формул газа В, этим источником может быть HCl (растворение после хлорирования водорода или растворение в воде BCl_3 после хлорирования BH_3) или NH_4Cl (хлорирование аммиака). Однако, при выполнении расчетов, варианты с аммиаком и бораном не удовлетворяют условию ограничения средней молярной массы, и единственным вариантом остается водород. **(1.5 балла)**



$$n(\text{HCl дополнительно}) = 0.296 - 0.074 = 0.222 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 0.5 \cdot n(\text{HCl дополнительно}) = 0.111 \text{ моль}$$

SO_2Cl_2 получается при хлорировании SO_2 на катализаторе, поэтому газ А = SO_2 **(1.5 балла)**



$$n(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 0.037 \text{ моль}$$

$$x(\text{SO}_2) = \frac{0.037}{0.037+0.111} = 25\% \text{ (1 балл)}$$

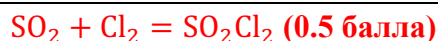
$$x(\text{H}_2) = \frac{0.111}{0.037+0.111} = 75\% \text{ (1 балл)}$$

$$M_{\text{cp}} = 64 \cdot 0.25 + 2 \cdot 0.75 = 17.5$$

Данная молярная масса входит в 10% отличие от молярной массы аммиака.

Таким образом, газ А – SO_2 (25%), В – H_2 (75%).

2. Запишите уравнения описанных реакций.



Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.



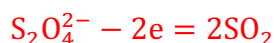
Газ А способен взаимодействовать с цинком с образованием вещества С, массовые доли всех элементов в котором близки по значению. Если С обработать раствором гидроксида натрия, то получается натриевая соль D, содержащая тот же анион, что и С. Соль D применяется в аналитической химии в качестве сильного восстанавливающего агента, а также для восстановления некоторых металлов из их растворов. Например, при взаимодействии избытка раствора нитрата металла Е с 42 мл 0.5 М раствора соли D образуется 2.926 г металла Е, при этом D окисляется до газа А.

3. Установите формулы неизвестных веществ, если известно, что одна формульная единица С содержит не более 8 атомов.

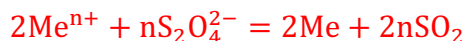
Соединение С состоит из цинка, серы и кислорода. Учитывая, что массовые доли элементов в составе С примерно равны, то наиболее вероятной формулой будет ZnS_2O_4 , где $\omega(\text{Zn}) = 33.8\%$, $\omega(\text{S}) = \omega(\text{O}) = 33.1\%$. (1 балл) Тогда $\text{D} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$. (1 балл)



Теперь установим неизвестный металл. При его восстановлении происходят следующие полуреакции:



Что суммарно можно описать следующей реакцией:



$$n(\text{Me}):n(\text{S}_2\text{O}_4^{2-}) = 2:n$$

$$n(\text{Me}) = \frac{2 \cdot n(\text{S}_2\text{O}_4^{2-})}{n} = \frac{2 \cdot 0.042 \cdot 0.5}{n} = \frac{0.042}{n}$$

$$M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{Me})} = \frac{2.926}{\frac{0.042}{n}} = 60.67n \text{ г/моль (1.5 балла)}$$

При $n = 1$, $M(\text{Me}) = 60.67$, что близко к молярной массе германия, но степень окисления +1 для германия крайне маловероятна

При $n = 3$, $M(\text{Me}) = 209$, что равно молярной массе висмута с характерной степенью окисления +3. Таким образом, неизвестный металл – Bi. (1.5 балла)



Задача №4. В чем сила? (Моргунов А.)

4.1	4.2	4.3	4.4	Всего	Вес (%)
4	6	4	3	17	10

Некоторые химические элементы обладают уникальными свойствами – можно только поражаться многообразию и красоте их соединений. Но, к сожалению, бывают и трудности. Например, по совершенно необъяснимой причине, некоторые химики, переболев коронавирусной инфекцией, начинают говорить либо **только правду** (таких мы назовем **рыцарями**), либо **только ложь** (таких мы назовем **лжецами**). Если химики говорят об окислительно-восстановительных свойствах соединений, образованных из X, они говорят о процессах, в которых X изменяет свою степень окисления.

Однажды собралась компания из четырех химиков, переболевших коронавирусом. Это Азамат (А), Мадияр (М), Дильназ (Д) и Тания (Т). Среди них есть два рыцаря. Они обсуждали соединения элемента X.

М: X образует оранжевый оксид 1, массовая доля X в котором ровно 52.00%!

Т: Глупости! Массовая доля X в 1 составляет 56.01%.

Д: Хотя бы давайте согласимся, что растворяясь в кислотах, высший оксид 1 образует оранжевые растворы, а растворяясь в щелочах – желтые.

А: Еще чего! Растворы 1 в кислотах – светло-желтые, а в щелочах и вовсе бесцветные!

Т: А вы знали, что соединение 1 катализирует одну из стадий важнейшего промышленного процесса?

Д: Конечно, ведь соединение 1 катализирует процесс Борна-Габера.

А: А если растворить 1 в концентрированном растворе аммиака получится соль 2, в котором соотношение числа катионов аммония к числу атомов X равно 1:1, а общее количество атомов в молекулярной формуле равно 9.

М: Я был готов с вами согласиться, но ведь количество атомов в молекулярной формуле 2 явно больше 9!

Д: При термическом разложении 2 выделяется газ 4, являющийся одним из основных компонентов воздуха. И я не про пары воды говорю!

А: Вы что-то путаете – при разложении 2 образуется вода, соединение 1 и газ 4 с нечетной атомной массой и резким запахом.

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.**

Т.: Если растворить **1** в гидроксиде натрия, получится соль **3** (содержащая 27.70% **X** и 37.50% натрия по массе), которая, вопреки ожиданиям, не является сильным окислителем. Поразительно, да?

М.: Ну как же так? **3** – сильный и широко применяемый окислитель.

Д.: Зачем вводить людей в заблуждение? Продукт растворения **1** в гидроксиде натрия, соединение **3** известный восстановитель!

А.: Давайте о прекрасном! Ведь **X** образует красивое, ярко-зеленое соединение **5**, в котором массовая доля **X** составляет 40.13%.

М.: Почему у вас вечно некорректные массовые доли? Ведь массовая доля **X** в **5** составляет 68.42%!

М.: Ой, это выходит из под контроля. Скажу прямо: Тания мне призналась, что говорила только ложь.

1. Определите, кто в этой компании лжет, а кто – рыцарь. Приведите вашу аргументацию и покажите ваши расчеты. *Подсказка:* попробуйте допустить, что человек говорит правду (или ложь) – приводит ли такое допущение к противоречиям? *Подсказка:* начните с анализа последнего утверждения Мадияра.

Начать решать задачу можно даже без знаний химии. Сфокусируемся на последней фразе Мадияра: если допустить, что Тания была рыцарем – она сказала правду. Но если она рыцарь – она не может говорить только ложь. Допустим Тания была лжецом – тогда она сказала правду, сказав, что говорила только ложь. Исходя из слов Мадияра, Тания не может быть ни рыцарем, ни лжецом – значит Тания не могла такого говорить, а значит Мадияр лжец! (1 балл)

Допустим Дильназ рыцарь. Когда она говорит о растворах **1**, она называет его высшим оксидом. Но если **1** – это высший оксид, то в соединении **3** элемент **X** находится в высшей степени окисления. Элемент находящийся в высшей степени окисления не может быть восстановителем. Значит Дильназ лжец. (1 балл)

Таким образом, Азамат и Тания должны быть рыцарями (2 балла).

Всего 4 балла.

2. Определите элемент **X** и соединения **1-5**.

Определим формулу соединения **1**. В общем виде оксиды имеют формулу X_nO_m . Возьмем атомную массу **X** за x

$$\frac{nx}{nx + 16m} = 0.5601$$

$$1.785nx = nx + 16m$$

$$0.785nx = 16m$$

$$x = 20.382 \frac{m}{n}$$

Рассмотрим разные значения для n и m

n	1	1	1	1	2	2	2	2
m	1	2	3	4	1	3	5	7
x	20.382	40.764	61.146	81.528	10.191	30.573	50.955	71.337

Единственный подходящий вариант – комбинация $n = 2$ и $m = 5$, соответствующая элементу Ванадий (V).

Таким образом **X** – ванадий (1 балл), а соединение **1** – V_2O_5 (1 балл)

В соединении **2** находятся фрагменты $(NH_4V)_n$, содержащие $6n$ атомов. С учетом того, что в соединении **2** не больше 9 атомов, n может быть равен только единице. С учетом того, что **2** образуется в результате реакции V_2O_5 и $NH_3 \cdot H_2O$ в состав **2** скорее всего входят атомы кислорода. Важно заметить, что фрагмент $(NH_4V)_n$ имеет заряд +6. Единственный (разумный) способ сбалансировать такой заряд – три атома кислорода в степени окисления -2. Таким образом, соединение **2** – NH_4VO_3 (2 балла)

Примечание: соединение 2 – метаванадат аммония

Логично предположить, что газ **4** тогда – аммиак (с молекулярной массой 17 г/моль) (1 балл)

Соединением **3** является соль натрия, которая может иметь формулу $NaVO_3$ или Na_3VO_4 (проводя параллели с другими анионами с элементами в степени окисления +5). Проверки массовых долей подтверждают второй вариант: соединение **3** – это Na_3VO_4 (1 балл)

Осталось определить соединение **5**. В общем виде оно имеет формулу $V_n\Delta_m$. Обозначим атомную массу элемента Δ за x .

$$\frac{50.94n}{50.94n + xm} = 0.4013$$

$$126.937n = 50.94n + xm$$

$$75.997n = xm$$

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.**

$$x = 75.997 \frac{n}{m}$$

Проверим разные варианты:

n	1	1	1	1	1	2	2	2	2
m	1	2	3	4	5	1	3	5	7
x	75.997	37.998	25.332	18.999	15.199	151.994	50.664	30.39	21.713

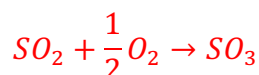
Перебор других вариантов не приводит к полезным результатам. А комбинация $n = 1$, $m = 4$ соответствует фтору.

Тогда соединение **5** – VF_4 (1 балл)

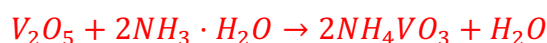
Всего 6 баллов.

3. Приведите уравнения реакций, к которым ссылались рыцари в этой компании.

Пентаоксид диванадия катализирует реакцию окисления диоксида серы (1 балл)



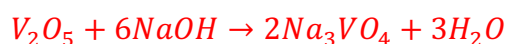
Растворение оксида в аммике (1 балл):



Термическое разложение метаванадата (1 балл):



Растворение оксида в гидроксиде натрия (1 балл):



К компании присоединяется Санжар, который утверждает, что соединение **5** еще примечательно не только на внешний вид. По его словам, само по себе, может вступать в реакцию диспропорционирования, образуя соединения **6** и **7**, в каждом из которых степень окисления **X** отличается от степени окисления **X** в **5** всего на одну единицу.

4. Кем является Санжар – лжецом или рыцарем? Если лжецом – обоснуйте, если рыцарем – приведите уравнение реакции.

Санжар – рыцарь (1 балл)



(2 балла за реакцию)

Всего 3 балла

Задача №5. Кристаллохимия (Курамшин Б.)

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	Всего	Вес (%)
4	4	6	4	4	10	32	10

При взаимодействии металла **А** с неметаллом **Б** можно получить вещества **В** или **Г**, которые могут применяться как полупроводники и вещества, поглощающие микроволновое излучение.

Также синтез можно провести в гидротермальном реакторе при температурах выше 100°C. Для этого смешивают водный раствор вещества **Д** с раствором, полученным растворением **Б** в растворе NaOH (*реакция 1*), затем добавляют к смеси гидразин (N₂H₄) и нагревают в закрытой бомбе. В этой смеси при температурах 100-120°C образуется чистый **Г** (*реакция 2*), а при температуре 180°C через 6 часов кипячения образуется чистый **В** (*реакция 3*). *Реакции 2 и 3* протекают сложно: в них гидразин играет роль восстановителя, один из продуктов *реакции 1* – роль окислителя, а **Д** – источник металла **А**. Известен массовый состав вещества **Д**.

w(A)	w(C)	w(O)	w(H)
26.28%	22.98%	45.92	4.82%

На рисунках 1 и 2.а показаны элементарные ячейки кристаллических решеток **В** и **Г**, соответственно. На рисунке 2.б показан также вид сверху, совпадающий с видом спереди и сбоку, на ячейку **Г**. Сиреневые атомы – **А**, оранжевые – **Б**.

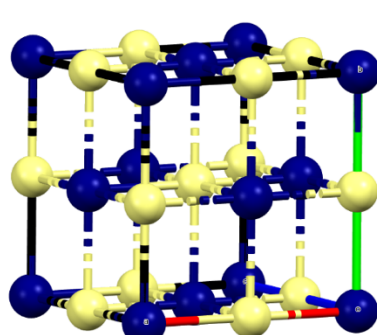


рис. 1

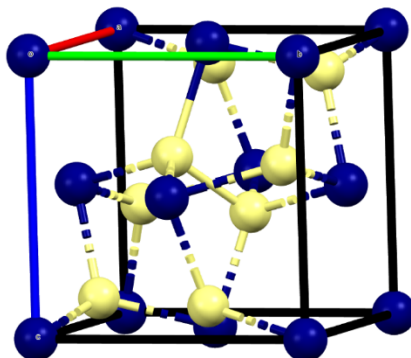


рис. 2. а

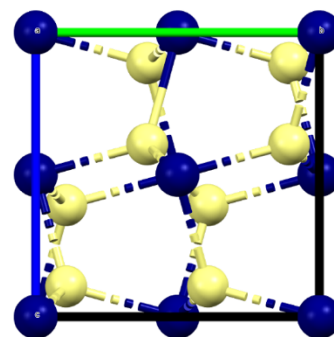


рис. 2. б

1. Сколько атомов **А** и атомов **Б** расположено в одной элементарной ячейке вещества **В**? вещества **Г**?

Для вещества В:

атомов А: 8 в вершинах (по 1/8), 6 в гранях (по 1/2), итого 4 атома А;

атомов Б: 12 в ребрах (по 1/4), 1 в центре (целиком), итого 4 атома Б.

Для вещества Г:

атомов А: 8 в вершинах (по 1/8), 6 в гранях (по 1/2), итого 4 атома А;

атомов Б: 8 полностью внутри (целиком), итого 8 атома Б.

по 1 баллу за каждое верное число атомов, всего 4 балла

2. Каково координационное число А в веществе В? в веществе Г?

Координационное число – число ближайших соседей атома. Видно, что, например, для атома на верхней грани ячейки В число соседей в данной ячейке равно пяти, но еще один сосед – сверху, в такой же ячейке. Итого, **КЧ(А) в В = 6**.

Для атома в середине верхней грани элементарной ячейки Г число соседей внутри этой ячейки равно трём. Но еще три соседа расположены в соседней сверху ячейке. Итого, **КЧ(А) в Г = 6**.

по 2 балла, всего 4 балла

3. Используя плотности и параметр ячеек В и Г, определите молярные массы элементов А и Б, запишите формулы В и Г и укажите степени окисления элементов в них.

	$a, \text{Å}$	$\rho, \text{г/см}^3$
В	5.440	5.52
Г	6.417	5.35

Плотность вещества можно рассчитать как отношение суммы молярных масс всех атомов в элементарной ячейке к числу Авогадро и объёму элементарной ячейки.

$$\rho_{\text{В}} = \frac{4M_{\text{А}} + 4M_{\text{Б}}}{N_{\text{А}}a_{\text{В}}^3}, \Rightarrow 4M_{\text{А}} + 4M_{\text{Б}} = \rho_{\text{В}}N_{\text{А}}a_{\text{В}}^3 = 5.52 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \cdot (5.44 \cdot 10^{-8})^3 = 535.0$$

$$\rho_{\text{Г}} = \frac{4M_{\text{А}} + 8M_{\text{Б}}}{N_{\text{А}}a_{\text{Г}}^3}, \Rightarrow 4M_{\text{А}} + 8M_{\text{Б}} = \rho_{\text{Г}}N_{\text{А}}a_{\text{Г}}^3 = 5.35 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \cdot (6.417 \cdot 10^{-8})^3 = 851.0$$

Полученная система из двух уравнения имеет решение: $M_{\text{А}} = 54.75$, $M_{\text{Б}} = 79$.

Значит, А – марганец, Б – селен.

Поскольку в В соотношение атомов 1:1, то В – **MnSe**.

Поскольку соотношение атомов в Г 1:2, то Г – MnSe_2 .

Степени окисления элементов в В соответствуют типичным: $\text{Mn}^{+2}\text{Se}^{-2}$.

Для Г вариант $\text{Mn}^{+4}\text{Se}^{-2}_2$ не реалистичен, так как марганец(IV) – сильный окислитель, а селенид-ион – достаточно активный восстановитель. Можно заметить, что в структуре Г в центре ЭЯ расположен двухатомный анион со связью Se-Se, а значит, это аналог пирита: степень окисления марганца - +2, селена - -1.

Верная система уравнения для молярных масс – 1 балл

Верные значения молярных масс – 1 балл

Верные формулы В и Г – по 1 баллу

Верные степени окисления – по 1 баллу за каждое соединение

Итого 6 баллов

4. Какова электронная конфигурация металла А в В? Приведите пример еще одного элемента в устойчивой степени окисления с такой же электронной конфигурацией.

Электронная конфигурация Mn^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ (или $[\text{Ar}]3d^5$, или $3d^5$).

Такую же электронную конфигурацию имеет железо(3+).

верная конфигурация в любом из приведенных видов – 2 балла

верный элемент и степень окисления – 2 балла

5. Приведите пример хотя бы одного природного вещества, изоструктурного В, и хотя бы одного природного вещества, изоструктурного Г.

MnSe имеет структурный тип NaCl . В качестве примера природного вещества принимаются хлориды щелочных металлов (кроме CsCl), оксиды двухвалентных железа, кобальта и никеля, сульфид свинца.

Двухатомный анион встречается в пирите, MnSe_2 изоструктурен FeS_2 . В качестве верного ответа принимаются FeS_2 , CoS_2 , NiS_2 , CoAsS , NiAsS .

по 2 балла за 2 примера

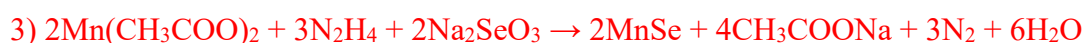
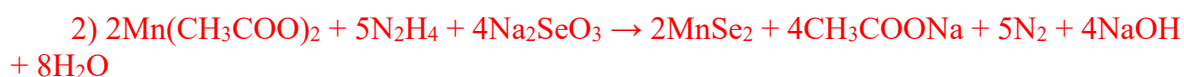
6. Определите формулу вещества Д и напишите уравнения *реакций 1 – 3*.

Рассчитаем соотношение числа атомов в этом соединении по массовым долям, представив формулу как $\text{Mn}_x\text{C}_y\text{O}_z\text{H}_q$:

$$x : y : z : q = \frac{26.28}{54.94} : \frac{22.98}{12.01} : \frac{45.92}{16} : \frac{4.82}{1.008} = 1 : 4 : 6 : 10$$

Брутто-формула: $MnC_4O_6H_{10}$. Если это карбоксилат марганца(II), то каждый карбоксилат содержит 2 атома углерода, то есть это ацетат марганца. Однако формуле $Mn(CH_3COO)_2$ соответствует брутто-формула $MnC_4H_6O_4$, что не соответствует результату расчета. Но поскольку отличие от полученной в расчете формулы составляет H_4O_2 , легко догадаться, что это дигидрат ацетата марганца: $D = Mn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$.

Уравнения реакций 1 – 3:



Верная брутто-формула – 2 балла

Верная формула D – 2 балла

3 уравнения реакций с коэффициентами – по 2 балла

Всего 10 баллов

Задача №6. Звездный нуклеосинтез (Трофимов И.)

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	Всего	Вес (%)
3	5	2	3	2	10		10

В начале существования Вселенной основной формой существования материи являлись атомы водорода 1H и 4He , также присутствовали следовые количества атомов лития. Современное нам разнообразие элементов возникло благодаря звездообразованию.

В ходе существования звезды, внутри неё при экстремальных температуре и давлении происходят процессы слияния ядер, в результате которых образуются элементы не тяжелее железа. Когда ядер 1H становится критически мало, начинаются процессы, связанные со слиянием тяжёлых ядер, что сопровождается расширением оболочек звезды, последующим взрывом и коллапсом в состояние белого карлика, нейтронной звезды или чёрной дыры. При коллапсе происходит спонтанный захват протонов и нейтронов тяжёлыми ядрами, что приводит к образованию ядер элементов легче урана. При взрыве тяжёлые ядра выбрасываются в космическое пространство.

Самые первые звёзды (звёздное население III) состояли практически полностью из водорода и небольшого количества гелия (ядра 1H и 4He). В ядрах таких звёзд возможно осуществление двух достаточно медленных параллельных процессов: протон-протонной и тройной гелиевой реакций. Из них тройная гелиевая протекает медленнее, чем протон-протонная.

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.**

$2Y \rightleftharpoons X_1 \rightarrow X_2 + e^+ \quad (Q_1 = +0,42 \text{ МэВ})$ $X_2 + Y \rightarrow X_3 \quad (Q_2 = +5,49 \text{ МэВ})$ $2X_3 \rightarrow Z + 2Y \quad (Q_3 = +12,86 \text{ МэВ})$	$2Z \rightarrow X_4 \quad (Q_4 = -91,8 \text{ кэВ})$ $X_4 + Z \rightarrow X_5 \quad (Q_5 = +7,37 \text{ МэВ})$
--	---

1. Определите ядра Y и Z , соотнесите столбцы с названиями реакций. Ваш ответ обоснуйте.

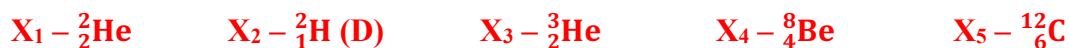
Из названий реакций можно установить, что одна из них должна представлять собой слияние трёх ядер гелия. Для этого просуммируем все реакции:

Все процессы	$2Y \rightleftharpoons X_1 \rightarrow X_2 + e^+ \quad (Q_1 = +0,42 \text{ МэВ})$ $X_2 + Y \rightarrow X_3 \quad (Q_2 = +5,49 \text{ МэВ})$ $X_3 + X_3 \rightarrow Z + 2Y \quad (Q_3 = +12,86 \text{ МэВ})$	$2Z \rightarrow X_4 \quad (Q_4 = -91,8 \text{ кэВ})$ $X_4 + Z \rightarrow X_5 \quad (Q_5 = +7,37 \text{ МэВ})$
Формальная сумма	$2Y \rightarrow Z + 2e^+$	$3Z \rightarrow X_5$

Итак, правый столбец соответствует тройной гелиевой реакции, а левый – протон-протонной. Тогда, исходя из названий: $Y - {}^1_1\text{H}$ и $Z - {}^4_2\text{He}$. (по 1.5 балла, всего 3 балла)

2. Определите зашифрованные в схемах ядра $X_1 - X_5$.

Состав ядер в схемах устанавливается по законам сохранения заряда и массового числа:



По 1 баллу за каждый изотоп, всего 5 баллов

3. Сколько энергии (в МэВ) выделяется при синтезе ядер X_5 из ядер Y ?
Примечание: МэВ – мега электрон вольт, кэВ – кило электрон вольт. эВ – единица измерения энергии.

Определим тепловой эффект нуклеосинтеза. При синтезе из ядер гелия-4 ядер X_5 тепла выделяется:

$$Q_{\Sigma 2} = Q_4 + Q_5 = -0,0918 \text{ МэВ} + 7,37 \text{ МэВ} \approx +7,28 \text{ МэВ}.$$

При синтезе трёх альфа-частиц из протонов тепла выделяется:

$$Q_{\Sigma 1} = 3 \cdot (2 \cdot (Q_1 + Q_2) + Q_3) = 3 \cdot (2 \cdot (0,42 + 5,49) + 12,86) \text{ МэВ} = +74,04 \text{ МэВ}.$$

Сложим тепловые эффекты, при этом получим энергию, выделяющуюся при синтезе 1 ядра:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} = +81,32 \text{ МэВ}.$$

2 балла

4. Качественно сравните скорость протекания тройной гелиевой реакции в начале, середине и конце существования звезды. Ответы обоснуйте.

В начале существования звезды скорость тройной гелиевой реакции небольшая: используется только начальный запас альфа-частиц. С течением времени происходит накопление последних (в результате протекания протон-протонной реакции), что приводит к повышению скорости этой реакции. На последних этапах жизни звезды запас протонов иссякает, что убирает из системы постоянный источник альфа-частиц – скорость реакции снова начинает уменьшаться со временем.

Скорость в начале, середине и конце жизни звезды по 1 баллу, всего 3 балла

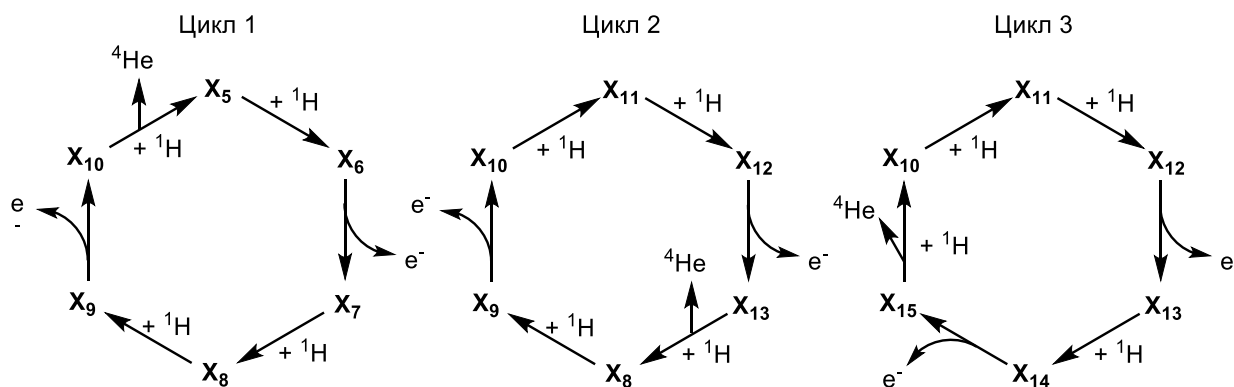
5. Дальнейшие присоединения ядер Z к X_5 сопровождаются выделением энергии, но протекают всё медленнее с ростом порядкового номера ядра. Объясните этот эффект.

Для слияния ядра должны сблизиться в пространстве. Поскольку ядра обладают положительным зарядом, они расталкиваются кулоновскими силами. Порядковый номер ядра отражает его заряд – чем больше заряд, тем сильнее отталкивание. Это и создаёт кинетические затруднения при дальнейшем нуклеосинтезе.

Идея взаимного отталкивания – 2 балла

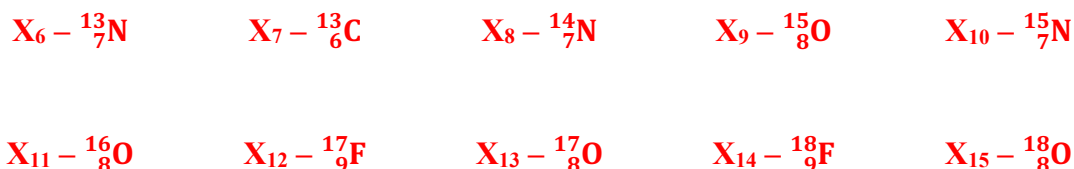
Звёзд типа III в современной нам Вселенной уже не существует; сейчас нуклеосинтез более тяжёлых элементов осуществляется внутри звёзд, принадлежащих к населению II и I. Интересно одно семейство циклических процессов, происходящих внутри этих звёзд, параллельно уже описанным; их схемы приведены ниже.

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.**



6. Определите зашифрованные в схемах ядра $X_6 - X_{15}$.

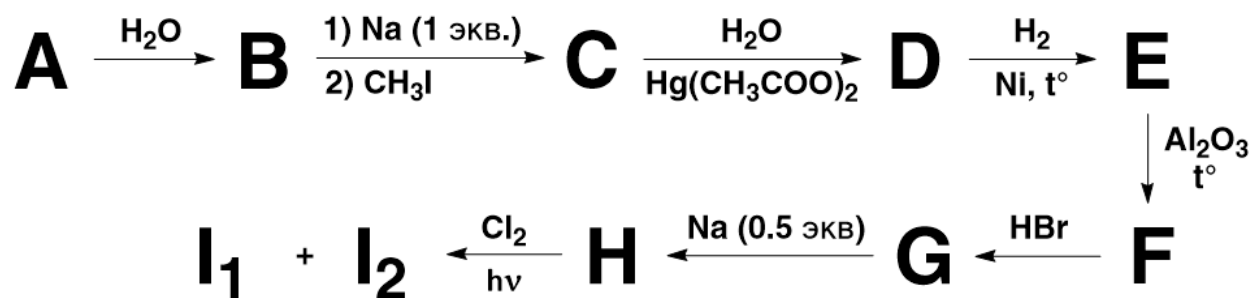
Состав ядер в схемах устанавливается по законам сохранения заряда и массового числа:



По 1 баллу за каждый изотоп, всего 10 баллов

Задача №7. Органический синтез и полимеры (Молдагулов Г.)

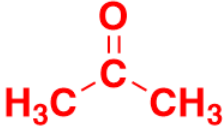
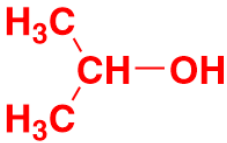
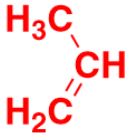
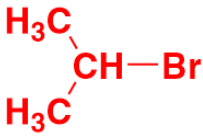
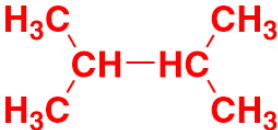
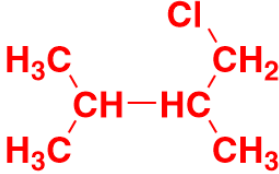
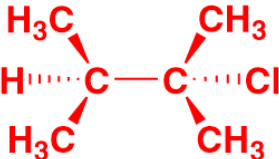
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	Всего	Вес (%)
10	4	8	3	6	4	35	10



Известно что массовая доля углерода в бинарном соединении **A**, веществах **D**, **E**, **H**, а также изомерных **I₁** и **I₂** составляет 37.47, 62.04, 59.96, 83.62, 59.75 и 59.75% соответственно. Также известно что вещество **I₂** имеет плоскость симметрии, а **I₁** нет.

1. Определите вещ-во **A** и нарисуйте структуры зашифрованных соединений **B - H** и изомеров **I₁** и **I₂**.

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.**

A	B	C	D
CaC_2	C_2H_2	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	
E	F	G	
			
H	I₁	I₂	
			

По 1 баллу за каждое вещество.

Итого 10 баллов за пункт.

2. Оцените в каком молярном соотношении могли образоваться продукты радикального хлорирования вещества **H**, если предположить что все атомы водорода в структуре **H** обладают одинаковой реакционной способностью. Сравните реакционную способность в третичной и первичной позициях вещества **H**, если экспериментально измеренное соотношение **I₁ : I₂** составило 9 : 5.

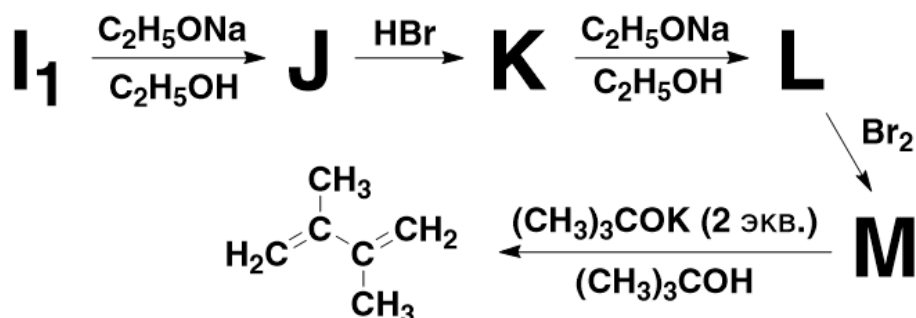
Если бы все атомы водорода обладали одинаковой реакционной способностью, то **I₁** и **I₂** образовались бы в соотношении 6 : 1, в соответствии с вероятностью замещения двенадцати первичных и двух третичных атомов водорода.

На практике значительно бóльшая часть третичных водородов была подвержена замещению 9 : 5 чем предполагалось выше. Тогда реакционная способность выше в третичной позиции по сравнению с первичной.

За правильную оценку соотношения – 2 балла.

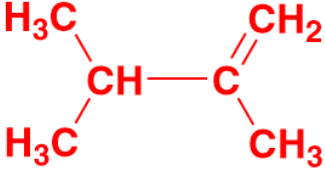
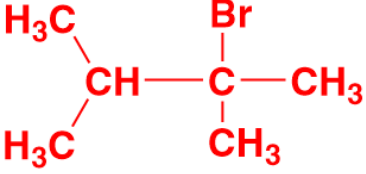
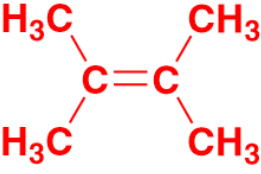
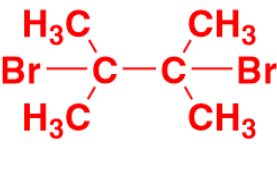
За правильное рассуждение о реакционной способности – 2 балла.

Итого 4 балла за пункт.



Известно что **J** и **L** являются структурными изомерами, а содержание брома по массе в **K** и **M** составляет 48.4 и 65.5% соответственно.

3. Нарисуйте структуры зашифрованных веществ **J – M**, а также запишите их названия согласно номенклатуре ИЮПАК.

<p>J</p>  <p>2,3-диметил-1-бутен</p>	<p>K</p>  <p>2-бромом-2,3-диметилбутан</p>
<p>L</p> 	<p>M</p> 

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2022.
Комплект решений теоретического тура. 9 класс.

2,3-диметил-2-бутен	2,3-дибромо-2,3-диметилбутан
----------------------------	-------------------------------------

По 1 баллу за каждую правильную структуру.

По 1 баллу за каждое правильное название.

Также для J и L принимаются названия по типу

2,3-диметилбут-1-ен и 2,3-диметилбутен-1.

Итого 8 баллов за пункт.

4. Какие из ниже представленных именных реакций, соответствуют превращениям $C \rightarrow D$ и $G \rightarrow H$:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| a) Реакция Вюрца | e) Реакция Коновалова |
| b) Реакция Дюма | f) Реакция Кучерова |
| c) Реакция Зелинского | g) Реакция Лебедева |
| d) Реакция Зинина | h) Реакция Фриделя–Крафтса |

$C \rightarrow D$: Реакция Кучерова

$G \rightarrow H$: Реакция Вюрца

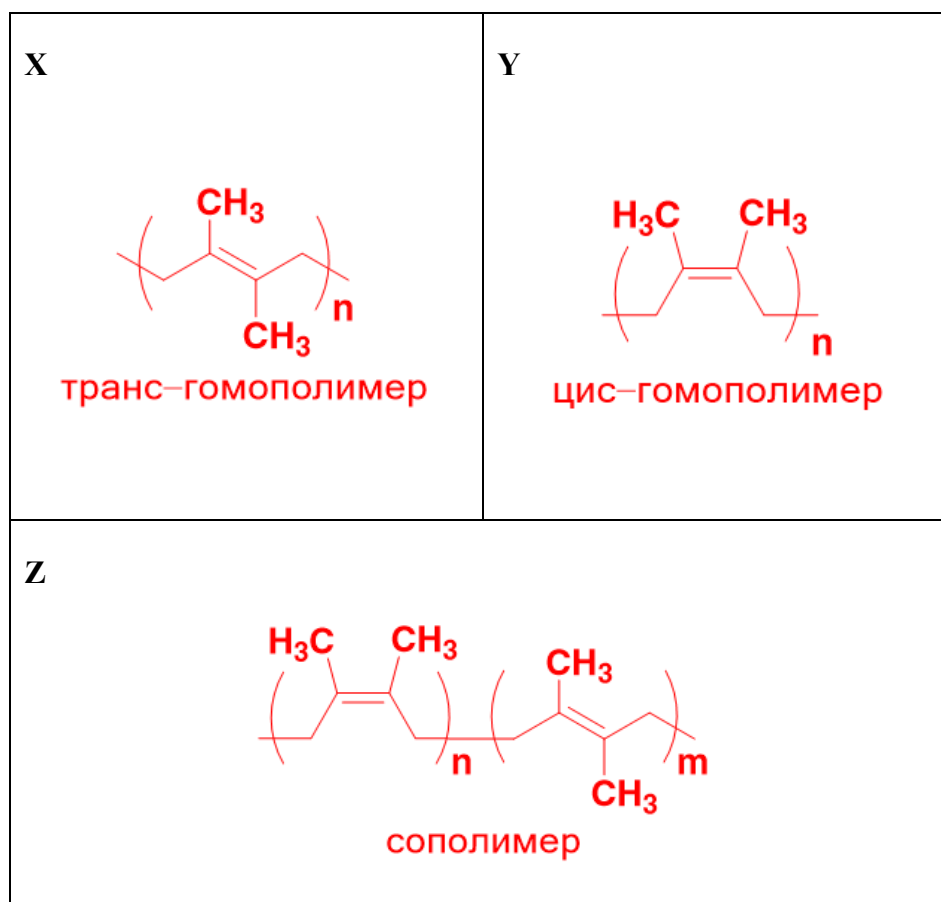
По 1.5 балла за правильные названия реакций.

Итого 3 балла за пункт.

В зависимости от условий реакции полимеризации 2,3-диметил-1,3-бутадиена, возможно получить два различных гомополимера **X** (**транс**) и **Y** (**цис**), которые отличаются пространственным расположением метильных групп на двойной связи. Однако не исключено и то, что при полимеризации образуется сополимер **Z**, в структуре которого *n* цис-мономерных звеньев и *m* транс-мономерных звеньев.



5. Нарисуйте структуры зашифрованных гомополимеров X и Y, а также сополимера Z.



По 2 балла за каждую правильную структуру.

Итого 6 баллов за пункт.

6. Плотность полимера X, измеренная экспериментальным путем, составляет 1.3190 г/см^3 , тогда как плотность Y – 0.9565 г/см^3 . Выведите функцию линейной зависимости плотности от процентного содержания цис-конфигурации двойных связей в структуре сополимера Z. Сколько цис- и транс- звеньев содержит образец Z, чья плотность равна плотности воды? Примите что никакой другой фактор не влияет на плотность полимера и что все три образца состоят из полимерных цепей длиной в 500 мономерных звеньев.

Плотность полимеров варьируется в зависимости от длины полимерной цепи, однако в данном пункте плотность будет зависеть только от содержания цис- и транс- связей.

Процентное содержание цис-связей в Z равно χ , а транс-связей $1 - \chi$. Тогда, линейную зависимость плотности можно записать следующим образом:

$$\rho(\chi) = a \cdot \chi + b \cdot (1 - \chi)$$

Для X:

$$\rho_X = \rho(0) = a \cdot 0 + b \cdot (1 - 0) = b = 1.3190$$

и для Y:

$$\rho_Y = \rho(1) = a \cdot 1 + b \cdot (1 - 1) = a = 0.9565$$

Тогда для Z:

$$\rho_Z = \rho(\chi) = a \cdot \chi + b \cdot (1 - \chi) = (0.9565 - 1.3190) \cdot \chi + 1.3190$$

$$\rho_Z = -0.3625 \cdot \chi + 1.3190$$

Рассчитаем кол-во цис- и транс- звеньев:

$$\chi = \frac{1.000 - 1.3190}{-0.3625} = 0.88 = \frac{n}{n + m}$$

$$\begin{cases} 0.88 \cdot (n + m) = n \\ n + m = 500 \end{cases}$$

$$n(\text{цис}) = 440 \text{ и } m(\text{транс}) = 60$$

Вывод уравнения – 2 балла.

Расчёт n и m – 2 балла.

Итого 4 балла за пункт.