



Республиканская олимпиада по химии
Заключительный этап (2021-2022).
Официальный комплект заданий 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 заданий 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	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. Химический блиц.

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%.
2. Запишите уравнения реакций разложения а) нитрата калия, б) нитрата цинка, в) нитрата серебра.
3. Запишите уравнения реакций перманганата калия с нитритом калия в а) серной кислоте, б) воде, в) гидроксиде 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.
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%?
6. Запишите полную электронную конфигурацию атома меди.
7. Определите степени окисления каждого атома в следующих веществах: а) $K_4[Fe(CN)_6]$ б) $Na_2Cr_2O_7$ в) I_2

Задача №2. Очиститель труб «Драно».

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. Объясните почему раствор держат 20 минут в ледяной ванне
3. Почему используется смесь этанола и воды, а не просто вода?

Для определения химической формулы химики 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.

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

4. Определите ион №1 и напишите происходящую реакцию

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

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.

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.

8. Напишите полное название полученных кристаллов

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”

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?

Задача №3. Газовая смесь.

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.
2. Запишите уравнения описанных реакций.

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

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

агента, а также для восстановления некоторых металлов из их растворов. Например, при взаимодействии избытка раствора нитрата металла E с 42 мл 0.5 M раствора соли D образуется 2.926 г металла E, при этом D окисляется до газа A.

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

Задача №4. В чем сила?

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!

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

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

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.
2. Определите элемент **X** и соединения **1-5**.
3. Приведите уравнения реакций, к которым ссылались рыцари в этой компании.

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.

Задача №5. Кристаллохимия.

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 **A** с неметаллом **B** можно получить вещества **B** или **Г**, которые могут применяться как полупроводники и вещества, поглощающие микроволновое излучение.

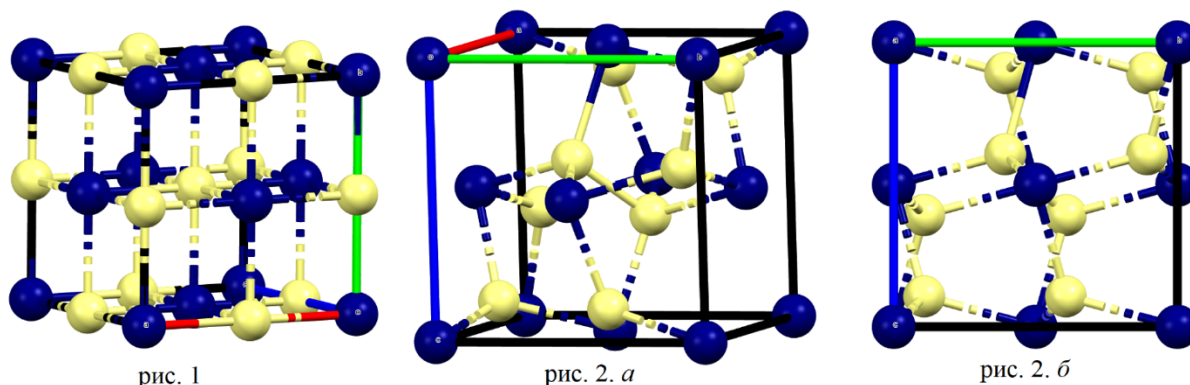
Также синтез можно провести в гидротермальном реакторе при температурах выше 100°C. Для этого смешивают водный раствор вещества **Д** с раствором, полученным растворением **B** в растворе NaOH (*реакция 1*), затем добавляют к смеси

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

гидразин (N_2H_4) 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**.



1. Сколько атомов **А** и атомов **Б** расположено в одной элементарной ячейке вещества **В**? вещества **Г**?
2. Каково координационное число **А** в веществе **В**? в веществе **Г**?
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

4. Какова электронная конфигурация металла **А** в **В**? Приведите пример еще одного элемента в устойчивой степени окисления с такой же электронной конфигурацией.
5. Приведите пример хотя бы одного природного вещества, изоструктурного **В**, и хотя бы одного природного вещества, изоструктурного **Г**.
6. Определите формулу вещества **Д** и напишите уравнения *реакций 1 – 3*.

Задача №6. Звездный нуклеосинтез.

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	Всего	Вес (%)
3	5	2	3	2	10	25	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 звёздообразованию.

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.

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

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

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

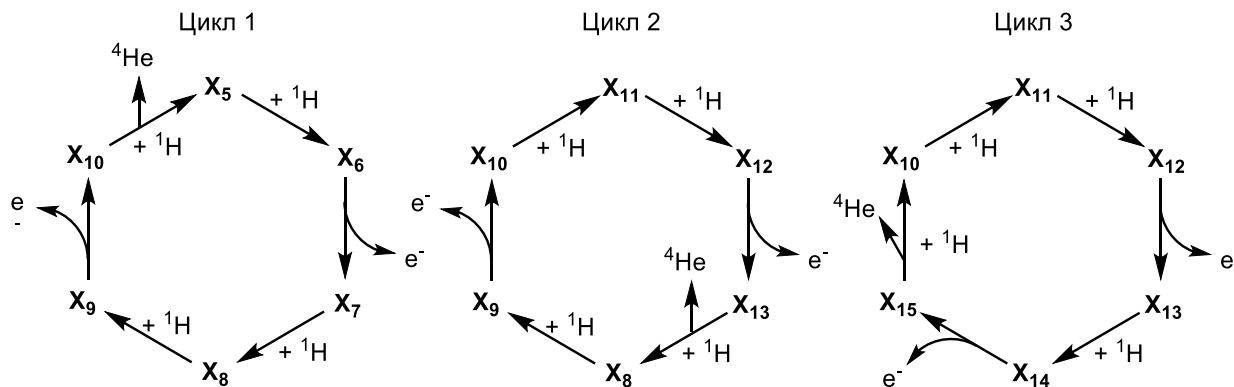
3. Сколько энергии (в МэВ) выделяется при синтезе ядер X_5 из ядер Y ?
Примечание: МэВ – мега электрон вольт, кэВ – кило электрон вольт. эВ – единица измерения энергии.

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

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

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

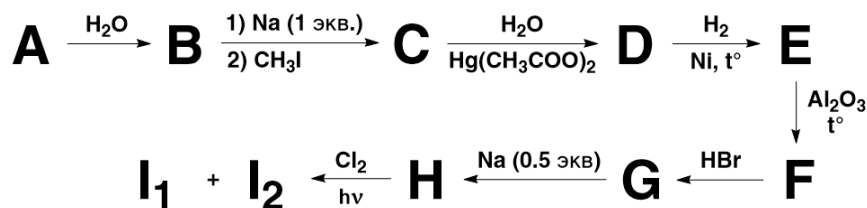
Звёзд типа III в современной нам Вселенной уже не существует; сейчас нуклеосинтез более тяжёлых элементов осуществляется внутри звёзд, принадлежащих к населению II и I. Интересно одно семейство циклических процессов, происходящих внутри этих звёзд, параллельно уже описанным; их схемы приведены ниже.



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

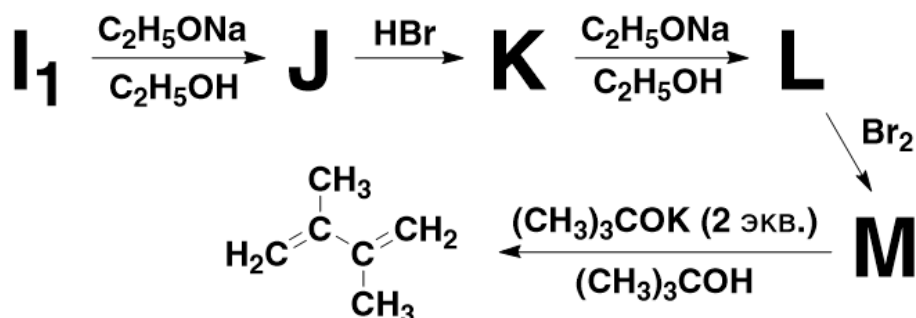
Задача №7. Органический синтез и полимеры.

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 **I**₁ и **I**₂ составляет 37.47, 62.04, 59.96, 83.62, 59.75 и 59.75% соответственно. Также известно что вещество **I**₂ имеет плоскость симметрии, а **I**₁ нет.

1. Определите вещество **A** и нарисуйте структуры зашифрованных соединений **B - H** и изомеров **I**₁ и **I**₂.
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 **I**₁ : **I**₂ составило 9 : 5.



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

- Нарисуйте структуры зашифрованных веществ **J – M**, а также запишите их названия согласно номенклатуре ИЮПАК.
- Какие из ниже представленных именных реакций, соответствуют превращениям **C → D** и **G → 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 |

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.



- Нарисуйте структуры зашифрованных гомополимеров **X** и **Y**, а также сополимера **Z**.
- Плотность полимера **X**, измеренная экспериментальным путем, составляет 1.3190 г/см³, тогда как плотность **Y** – 0.9565 г/см³. 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.