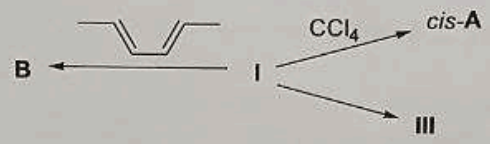
Задача I-1

Вопрос	I-1.1	I-1.2	I-1.3	I-1.4	I-1.5
Баллы	1	3	3	1.5	1.5

Гомологи – вещества, принадлежащие к одному классу соединений и отличающиеся друг от друга по составу на одну или несколько групп CH_2. Как правило, они характеризуются сходной реакционной способностью, однако встречаются и исключения.

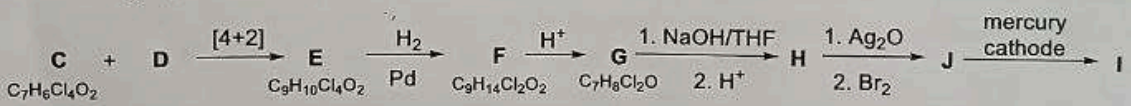
В 1974 г. J. Casanova и H. Rogers синтезировали необычный углеводород **I** с интересными химическими свойствами. Он легко окисляется воздухом, реагирует с CCl_4 (продукт *cis*-**A**), а также (2*E*,4*E*)-гексадиеном-2,4 (продукт **B**). При хранении **I** превращается в углеводород **III** ($k = 3.79 \cdot 10^{-2}$ л·моль$^{-1}$·с$^{-1}$, 20.8°C). Все эти реакции протекают при низких температурах и не требуют никаких катализаторов или инициаторов. Вместе с тем его гомолог **II**, как оказалось, в подобные взаимодействия не вступает.



I-1.1. Определите молекулярные формулы **I** и **II**. Известно, что молярные массы **I** и **II** отличаются на 28 а.е.м., а молярная масса **II** в 1.35 раза больше молярной массы **I**.

I-1.2. Предложите ***все возможные*** структуры **I** и **II**, если ^{13}C ЯМР спектр **I** содержит 2 сигнала, а ^{1}H ЯМР спектр **II** – 2 сигнала с соотношением интенсивностей 1:2.

Синтез **I** осуществлен согласно схеме:



I-1.3. Изобразите структуры **C**–**J**, **I** и **II**, если **C** – карбоциклический диен, который в лаборатории синтезируют взаимодействием C_5Cl_6 с KOH/MeOH (выход 77%); молекулы вещества **F** не имеют ни энантиомеров, ни диастереомеров.

Вещество **J** не реагирует с цинком, но при его обработке 8-кратным избытком натрия образуется углеводород **IV**. Последний представляет собой продукт взаимодействия **I** с его изомером **V**, образующимся *in situ*. В лаборатории **V** обычно синтезирует путем димеризации другого углеводорода **VI**, имеющего один сигнал в спектре ^{1}H ЯМР.

I-1.4. Изобразите структуры **IV**, **V** и **VI**.

I-1.5. Изобразите структуры *cis*-**A**, **B** и **III**. Учтите, что при озонолизе **I** и **III** образуется один и тот же продукт.

Задача I-2

Вопрос	I-2.1	I-2.2	I-2.3	I-2.4
Баллы	1	1	2	6

«Я верю в нечет и всегда ставлю на нечетные числа — говорят, счастье их любит»
У. Шекспир, «Виндзорские насмешницы»

В химии вещества с нечетной молекулярной массой встречаются сильно реже, чем их четные коллеги. Для соединений, состоящих из элементов первых трех периодов в природном соотношении изотопов, нечетная молекулярная масса означает содержание нечетного количества атомов азота или атомов еще одного элемента – **E**. Примите, что четность валентности элемента равна четности номера группы, а все атомные массы округлены до целого (по правилам математики).

I-2.1. Определите элемент **E** и по такому же принципу найдите еще 9 *sp*-элементов, которые предопределяют нечетную молекулярную массу у формируемых ими соединений.

Ниже представлен интересный биохимический пример с участием большого числа соединений с нечетной молекулярной массой.
При внесении в культуру грибов *Scopulariopsis brevicaulis* калиевой соли **X** (содержит только *sp*-элементы; M_r (нетто-формула) = 325) и α-аминокислоты **Y** (мольные доли углерода и водорода – 25% и 55%, соответственно; M_r = 153) в продуктах метаболизма колонии обнаруживаются, помимо прочих, четыре схожих по химическим свойствам токсичных для человека продукта **A1**–**A4**. Интересно, что независимо от длительности инкубации частота мутаций в подобной колонии микроорганизмов не возрастает.
Молекулярные массы **A1**–**A4**, округленные до целого и расположенные в порядке возрастания индекса, составляют арифметическую прогрессию с шагом в виде однозначного числа. Заметим, что M_r(**A1**) и M_r(**A4**) – простые числа, а M_r(**A2**) и M_r(**A3**) представимы в виде $p \cdot q^2$, где p и q – различные простые числа.

I-2.2. Докажите, используя математическую нотацию, что шаг данной арифметической прогрессии – четное число, а все значения ее членов – нечетные. Для обозначения четных чисел используйте выражение $2n$ или термин «even», для нечетных – $2n + 1$ или «odd».

Множители p_2 и q_2 (**A2**), p_3 и q_3 (**A3**) обладают уникальной особенностью: произведения $p_2 \cdot q_2$ и $p_3 \cdot q_3$, будучи двузначными числами, состоят только из цифр, являющихся простыми числами.

I-2.3. Найдите молекулярные массы **A1**–**A4**. Расчет обязателен.

Нетто-формула вещества **X**, встречающаяся в ряде общедоступных источников информации, не соответствует его реальному строению: в водных растворах **X** находится в форме биядерного комплексного дианиона, который можно разрушить добавлением избытка концентрированной соляной кислоты. Полученный раствор будет содержать новый комплекс **X1** и единственный энантиомер органической трехэлементной кислоты **Z** (w(C) = 32.0%; синтезируется в растениях при окислении глюкозы). При добавлении небольшого количества железа к полученному раствору выпадает металлический осадок **M**. Также известно, что общее количество стереоизомеров **Z** – число нечетное.

I-2.4. Используя всю имеющуюся информацию, определите нетто-формулу **X**, структурные формулы **Y**, **Z** и **A1**–**A4** (без стереохимии).

Примечание:
Простые числа до 100

2	3	5	7	11
13	17	19	23	29
31	37	41	43	47
53	59	61	67	71
73	79	83	89	97

Задача I-3

Вопрос	I-3.1	I-3.2	I-3.3	I-3.4	I-3.5	I-3.6
Баллы	1.5	1	2.5	2.5	0.5	2

Змей Горыныч – персонаж русских сказок, трехглавый огнедышащий дракон. Он обожает драгоценные металлы. Поскольку Змей Горыныч родом из России, его любимый металл – рутений, название которого происходит от латинского «Ruthenia» («Россия»). К сожалению для Змея Горыныча, рутений встречается в земной коре значительно реже, чем золото, поэтому ему не удалось скопить несметные рутениевые богатства. Однако вот уже много сотен лет три головы Змея Горыныча ведут друг с другом ученые беседы об уникальных свойствах любимого металла.
Правая голова Змея интересуется историей и радиохимией. «Вот вы знали, что рутений имеет семь стабильных изотопов: ^{96}Ru, ^{98}Ru, ^{99}Ru, ^{100}Ru, ^{101}Ru, ^{102}Ru, ^{104}Ru? Но мой любимый, разумеется, ^{99}Ru! Метеориты зачастую содержат металлический рутений, но именно ^{99}Ru может рассказать об их истории. Дело в том, что он образуется из изотопа ^{99}Tc. На Земле этого изотопа практически не осталось, так как его период полураспада равен $2.111 \cdot 10^5$ лет, но он синтезируется в ходе ядерных процессов в космосе».

I-3.1. Определите возраст метеорита (t, годы), в котором масса ^{99}Ru, приходящаяся на 1 г метеорита, на 0.854% больше массы ^{99}Ru в 1 г земного образца, а также обнаружены следовые количества ^{99}Tc (доля ^{99}Tc составляет 0.001374% от общего содержания ^{99}Ru).

Левая голова Змея Горыныча подхватила: «Да, изотоп ^{99}Ru действительно замечательный. Он позволяет оценить не только возраст метеорита, но и его происхождение можно определить по соотношению ^{99}Ru/^{101}Ru!».
В масс-спектре $RuCl_3$ среди положительных ионов наибольшую интенсивность имеет ион $RuCl_2^+$. В таблице ниже приведены данные об относительных интенсивностях (x) пиков, относящихся к этому иону; за 100% взята суммарная интенсивность пиков.

$m/\|z\|$	x, %	
	земной образец	метеорит
166	3.179954	3.179560
168	3.109697	3.110938
169	7.323178	7.330772
170	8.247894	8.253323
171	14.477233	14.484658
172	22.845364	22.845239
173	7.015042	7.017461
174	23.013361	22.999191
175	1.002311	1.002573
176	8.691972	8.683581
178	1.093994	1.092704

I-3.2. Среди анионов наибольшую интенсивность имеют пики при $m/|z| = 243.78$ и $m/|z| = 622.44$. Запишите формулы частиц, соответствующих этим пикам.

I-3.3. Определите содержание ^{99}Ru и ^{101}Ru в земном образце.

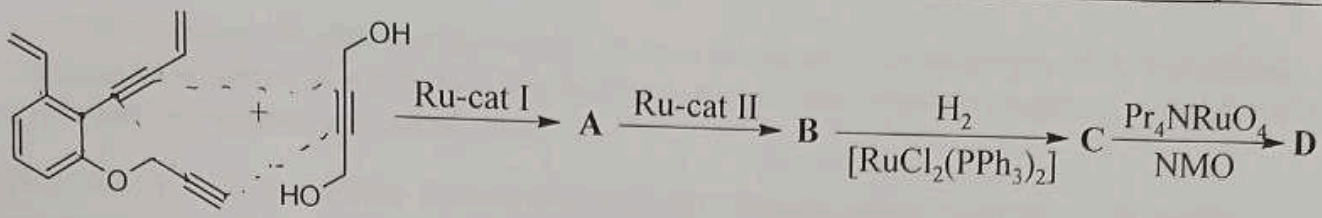
I-3.4. Рассчитайте относительный изотопный избыток ^{99}Ru в образце метеорита (ε^{99}Ru) по следующей формуле:

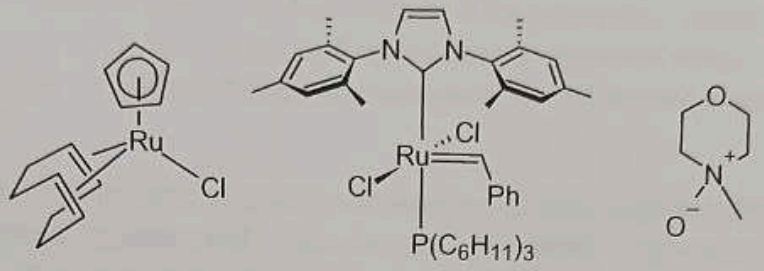
$$\varepsilon^{99}\mathrm{Ru} = \left(\left(\frac{x^{99}\mathrm{Ru}}{x^{101}\mathrm{Ru}} \right)_{\text{метеорит}} : \left(\frac{x^{99}\mathrm{Ru}}{x^{101}\mathrm{Ru}} \right)_{\text{земной образец}} - 1 \right) \cdot 10^4$$

Значение ε^{99}Ru позволяет отнести метеорит к одному из двух видов: s-хондрит (обыкновенный или каменистый) и c-хондрит (углеродистый). Метеориты s-типа сформировались недалеко от Солнца и в процессе формирования подвергались воздействию солнечной радиации, c-хондриты формировались во внешней части Солнечной системы.

I-3.5. В листе ответов укажите тип хондрита (запишите «s» или «c» в ячейки таблицы) для a) метеорита с повышенным содержанием ^{99}Ru ($\varepsilon^{99}\mathrm{Ru} > 2$), b) метеорита с нормальным содержанием ^{99}Ru ($1 > \varepsilon^{99}\mathrm{Ru} > -1$) и c) описанного в задаче метеорита.

Центральная голова Змея Горыныча послушала левую и правую, зевнула и произнесла: «Вот вечно вас тянет на какие-то глобальные истории: метеориты, происхождение Вселенной… Не это главное в рутении! Главное, что с катализаторами на основе рутения я с легкостью могу провести любую органическую реакцию. Например, вот так я могу получить тетрациклическое соединение **D**».





Ru-cat I Ru-cat II NMO

I-3.6. Изобразите структуры соединений **A**–**D**.

Задача I-4

Вопрос	I-4.1	I-4.2	I-4.3	I-4.4	I-4.5
Баллы	1.5	2.5	1.5	2.5	2

Элементы **X** и **Y** коротких периодов имеют больше двух аллотропных модификаций. Эти элементы образуют друг с другом множество бинарных соединений молекулярного строения.

I-4.1. Приведите три элемента коротких периодов, имеющих более двух аллотропных модификаций.

Взаимодействием простых веществ элементов **X** и **Y** можно получить вещества **A1** (w(**Y**) = 43.71%), **A2** (w(**Y**) = 64.43%) и **A3** (w(**Y**) = 72.13%). Молекула каждого из них содержит по 4 атома **X** и разное число атомов **Y**.
При сгорании **A1**–**A3** в избытке кислорода образуются одни и те же бинарные вещества: белое гигроскопичное **B3**, имеющее то же строение молекул, что и **A3**, и обесцвечивающий раствор $KMnO_4$ бесцветный газ **D** (содержит **Y**).

I-4.2. Определите молекулярные формулы веществ **A1**–**A3**, **B3**, **D** и символы элементов **X** и **Y**. Приведите математическое обоснование. Для любого из соединений **A1**–**A3** напишите уравнения реакций образования из простых веществ (*реакция 1*), а также сгорания в кислороде (*реакция 2*). Напишите уравнение реакции **D** с $KMnO_4$ (*реакция 3*).

Ближайший сосед **Y** по группе, элемент **Z**, образует с **X** вещество **C3**. В его молекуле то же соотношение элементов, что в молекулах **A3** или **B3**, но вдвое меньшее число атомов. **C3** состоит из бициклических молекул с одним типом атомов **X** и не содержит малых циклов. Кроме того, его молекулы обладают той же симметрией, что и молекулы воды. При сгорании **C3** на воздухе образуются два твердых при стандартных температуре и давлении вещества (*реакция 4*).

I-4.3. a) Приведите символ элемента **Z** и молекулярную формулу **C3**. Рассчитайте степень окисления **X** в **C3** (OS(**X**)). b) Изобразите структурную формулу вещества **C3**. c) Напишите уравнение *реакции 4*.

Использование пиридина позволяет стабилизировать нехарактерные для соединений элементов **X** и **Y** схожие структуры. Кипячение **A3** в пиридине приводит к образованию **A4** (w(N) = 7.36%), а если при этом добавить еще и простое вещество элемента **Y**, то образуется **A5** (w(N) = 6.30%). Координационное число атома элемента **X** в **A4** и **A5** такое же, как в **A3**.

I-4.4. Определите и приведите a) молекулярные и b) структурные формулы веществ **A4** и **A5**. c) Напишите уравнения описанных реакций (*реакции 5, 6*). Приведите математическое обоснование выбора веществ **A4** и **A5**.

I-4.5. Приведите пример молекулы с той же симметрией, что и молекулы **A3** и **B3**.

Задача I-5

Вопрос	I-5.1	I-5.2	I-5.3	I-5.4
Баллы	1	1	2	6

Ниже описаны эксперименты с газовыми смесями **I**–**V**, состоящими из газов, образованных **некоторыми** из кислот, приведенных в таблице в конце задачи:

- При пропускании 0.3 моль смеси **I** (20 мол.% **A**, 50 мол.% **E**, 30 мол.% **C**) через 1 л дистиллированной воды, образуется раствор, имеющий pH 3.7.
- Для полной нейтрализации 0.2 моль кислых газов из смеси **II** (30 мол.% **F**, 70 мол.% **A**) необходимо 0.34 моль NaOH.
- При пропускании 0.1 моль смеси **III** (10 мол.% **D**, 90 мол.% **F**) через 5 л дистиллированной воды образуется раствор, имеющий pH 2.4.
- При пропускании 0.1 моль смеси **IV** (40 мол.% **A**, 60 мол.% **E**) через 2 л 0.06 М раствора NaOH образуется раствор, имеющий pH 10.4.
- При пропускании смеси **V** (**D**, **B**) через дистиллированную воду образуется раствор, pH которого не зависит от соотношения компонентов в газовой смеси. Молярная масса кислоты, образованной газом **B**, больше, чем кислоты, образованной газом **D**.

I-5.1. Расположите средние натриевые соли кислот из таблицы в ряд по возрастанию значения pH их водных растворов одинаковой молярной концентрации. Если значение pH солей близко, поставьте между формулами этих солей знак «≈».

I-5.2. Какое из уравнений, приведенных в листе ответов и связывающих общие концентрации кислот и ионов [H^+], справедливо для раствора смеси HCl и HBr **любых** концентраций? Выбор обязательно подтвердите выводом уравнения.

I-5.3. Какое из уравнений, приведенных в листе ответов, следует использовать для приближенного расчета концентрации [H^+] раствора смеси H_2S и H_2CO_3 высоких концентраций? Выбор обязательно подтвердите выводом уравнения.

I-5.4. Определите газы **A**–**F**. Считайте поглощение газов растворами полным. Значения pH приведены с точностью до десятых.

Примечание:

Кислота	pK_{a1}	pK_{a2}
H_2S	6.99	13.90
H_2SO_3	1.85	7.20
H_2CO_3	6.35	10.33
HCN	9.10	–

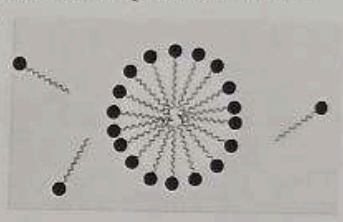
Кислота	pK_{a1}	pK_{a2}
HF	3.17	–
CH_3COOH	4.75	–
HCl	<0	–
HBr	<0	–

Задача I-6

Вопрос	I-6.1	I-6.2	I-6.3	I-6.4	I-6.5
Баллы	1.5	1	2	3	2.5

Примите, что плотность водных растворов не зависит от температуры и равна 1.00 г/мл. Если Вы не смогли определить s_0 в вопросе **I-6.1**, *примите ее равной 1 нм^2.*

Додецилсульфат натрия (SDS) в водном растворе образует мицеллы – сферические агрегаты, на поверхности которых находятся полярные группы, а внутренняя часть состоит из неполярных фрагментов. Мицеллы сосуществуют с SDS в неассоциированной (мономерной) форме. На схеме анионы SDS представлены как фрагменты $C_{12}H_{25}$ (волнистые линии), соединенные с сульфатной группой (темные сферы); катионы натрия не показаны.



Критическая концентрация мицеллообразования (c_{cr}) – минимальная концентрация SDS в растворе, при которой экспериментально обнаруживаются мицеллы. При $c(\text{SDS}) < c_{cr}$ в растворе присутствует только мономерная форма SDS; при $c(\text{SDS}) > c_{cr}$ добавление SDS приводит к появлению новых мицелл, а равновесная концентрация мономерной формы $c_1(\text{SDS})$ не меняется. Температурная зависимость c_{cr} (моль/л) при 5–75°C описывается уравнением $\ln(c_{cr}) = C_1 + C_2T + C_3/T$ ($C_1 = -38.19$; $C_2 = 0.0561$ 1/K; $C_3 = 4967$ K).

Образование мицелл опишем как обратимую химическую реакцию $n\text{SDS} \rightleftarrows (\text{SDS})_n$, где n – число молекул в мицелле, именуемое числом агрегации. $\Delta G°$ мицеллообразования в расчете на 1 моль молекул SDS равна $\Delta_{mic}G° = RT(2 - \alpha)\ln(c_{cr})$, где α – степень диссоциации SDS в мицелле на ионы, а c_{cr} выражена как мольная доля SDS в растворе. Для мицелл SDS при 25°C: $n = 62$, плотность углеводородного ядра мицеллы 0.8 г/см^3, $\Delta_{mic}G° = -37.08$ кДж/моль.

I-6.1. Рассчитайте площадь s_0 (нм^2), приходящуюся на поверхности мицеллы SDS на одну полярную группу.

I-6.2. Рассчитайте c_{cr} SDS при 25°C (моль/л) и выразите ее в мольных долях (x) SDS в растворе. При расчете количества SDS пренебрегите его диссоциацией.

I-6.3. Запишите выражения для температурных зависимостей $\Delta_{mic}G°$, $\Delta_{mic}H°$ и $\Delta_{mic}S°$ (в этих выражениях T должна быть единственной переменной) для раствора SDS в интервале T = 5–75°C. Считайте, что α не зависит от температуры.

I-6.4. Определите температуру или интервал температур (°C), при которой: a) образование мицелл SDS наиболее термодинамически выгодно; b) образование мицелл SDS энтропийно выгодно, c) образование мицелл SDS энтальпийно выгодно,

d) энтропийный вклад в $\Delta_{mic}G^\circ$ преобладает над энтальпийным. В ответе округлите температуру до целых, например, $T \in (15°C, 25°C)$ или $T = 60°C$.

Поглощение неполярным ядром мицеллы SDS (солюбилизация) позволяет перевести в преимущественно водную фазу нерастворимые в воде соединения. 1.00 мл раствора красителя нильский красный в додекане был полностью солюбилизирован в 0.50 л водного раствора SDS, при этом радиус мицелл увеличился на 5.0%, а оптическая плотность раствора составила 0.487 (длина оптического пути 5 см).

I-6.5. Рассчитайте a) концентрацию исходного раствора нильского красного в додекане (c_{NR}, моль/л), b) концентрацию раствора SDS (c_{SDS}, моль/л) и c) его объем (V_{SDS}, мл), необходимый для солюбилизации 5 мл использованного раствора нильского красного, чтобы в среднем каждая мицелла SDS содержала одну молекулы красителя. Считайте, что солюбилизация не влияет на число агрегации мицелл. Молярный коэффициент светопоглощения нильского красного ε = 11000 л/(моль·см).

Примечания:

Полезные термодинамические соотношения: $\Delta S = -\frac{d(\Delta G)}{dT}$, $\frac{d(\Delta G/T)}{dT} = -\frac{\Delta H}{T^2}$

Производная функции x^a: $\frac{dx^a}{dx} = ax^{a-1}$

Задача I-7

Вопрос	I-7.1	I-7.2	I-7.3
Баллы	3	6	1

«Есть многое на свете, друг Горацио,
Что недоступно нашим мудрецам»
У. Шекспир, «Трагическая история о Гамлете, принце датском»

Удивительное многообразие химии проявляется, в том числе, в том, что соединения, которые вроде бы чрезвычайно похожи друг на друга, проявляют совершенно разные свойства, как физические, так и химические. Так, недавно группой проф. Rik Tykwinski при нагревании вещества **A** с бромистым метиленом получено вещество **B** с температурой плавления около 310°C. При нагревании его суспензии в тетрагидрофуране с амидом натрия авторы с хорошим выходом выделили ярко-желтые кристаллы соединения **C**, содержащего 82.82 мас.% углерода. **C** чрезвычайно чувствительно к влаге, образуя при взаимодействии с ней соединение **D**, содержащее 78.14 мас.% углерода, с отщеплением молекулы **E**. При обработке **C** избытком ацетона образуется соединение **F**, в молекуле которого валентный угол между тремя центральными неводородными атомами равен примерно 180°, что существенно отличается от соответствующего угла в **C**.

Бесцветная соль **G**, катион которой изоэлектронен **C**, впервые была получена взаимодействием **A** с хлором с последующей обработкой аддукта **H** гидроксиламином (или его гидрохлоридом) в присутствии **A**. **G**, содержащая 75.32 мас.% углерода, умеренно растворима в воде и хорошо растворима во многих органических растворителях. Реакцией метатезиса анионов из **G** были получены разнообразные соли **G'**, также хорошо растворимые в органических растворителях. В зависимости от

природы аниона валентный угол между тремя центральными атомами в **G** изменяется от значения, характерного для C, до значения, имеющегося в **F**.

Еще более сильную зависимость как геометрии, так и свойств молекулы от природы анионного фрагмента демонстрируют соединения, содержащие катион **I**, отличающийся от катиона в соли **G** только природой центрального атома. Так, соединение $\mathbf{I}^+PF_6^-$ имеет валентный угол между тремя центральными атомами, аналогичный таковому в **F**. Реакция метатезиса анионов при использовании этого соединения протекает с низкой эффективностью, однако соответствующие продукты были успешно получены иными методами. Однако оказалось, что раствор соответствующего хлорида **J**, содержащего 57.12 мас.% углерода, не проводит электрический ток при комнатной температуре, в отличие от раствора $\mathbf{I}^+PF_6^-$. Кроме того, было найдено, что в растворе существует равновесие типа $2\mathbf{J} \rightleftarrows \mathbf{K} + \mathbf{L}$.

Далее, кипячение бензольного раствора **L** с избытком **A** приводит к образованию кристаллов соединения **M**, содержащих 58.84 мас.% углерода. Когда кристаллы подвергли длительному нагреванию при пониженном давлении, был получен **J**.

I-7.1. Изобразите структуры **A**–**F**.

I-7.2. Изобразите структуры **G, H, J**–**L** и катиона **I** так, чтобы из Вашего рисунка можно было определить координационное число для центрального атома и примерное значение валентного угла.

I-7.3. Напишите молекулярную формулу соединения **M**.

Задача I-8

Вопрос	I-8.1	I-8.2	I-8.3	I-8.4	I-8.5	I-8.6	I-8.7
Баллы	0.5	1.25	1	3	0.75	2.5	1

Не такой уж благородный

В 1963 г. Гроссе и сотрудники в статье в Science объявили о получении первого соединения благородного газа (Ng) прямым синтезом из простых веществ. Исходя из 500 см^3 (при 0°C, 10^5 Па) стехиометрической газовой смеси Ng и фтора они получили 1.15 г белого кристаллического тетрафторида NgF_4. Реакцию проводили в стеклянном сосуде объемом 650 см^3 с впаянными медными электродами под действием электрического разряда, охлаждая систему жидкой азотно-кислородной смесью (при 84 K), при этом начальное давление составляло 12 мм рт.ст. Авторы считали, что NgF_4 образовался с выходом, близким к теоретическому (96.72%).

I-8.1. Определите благородный газ Ng; подтвердите ответ расчетом его относительной атомной массы A_r. *Если Вы не смогли определить Ng, используйте в дальнейшем решении обозначение Ng и A_r(Ng) = 107.5.*

I-8.2. Рассчитайте долю (x, %) фтора, находящегося в газовой фазе (от общего количества фтора) и мольное отношение Ng и F_2 в газовой фазе в самом начале реакции. В этих условиях Ng – твердое вещество с давлением пара 0.61 мм рт.ст., а часть F_2 находится в конденсированной фазе.

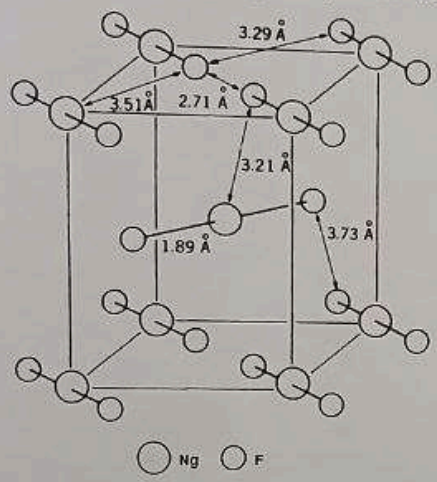
Позднее анализ образца, полученного в аналогичных условиях, методом электронной дифракции показал, что Гроссе с сотрудниками на самом деле синтезировали дифторид

этого благородного газа, NgF_2, содержащий примеси SiF_4 и O_2F_2, образованные в результате реакции NgF_2 со стеклом (SiO_2). Некоторые из этих примесей были полностью или частично удалены путем двухкратной сублимации при пониженных давлении и температуре.

I-8.3. Запишите уравнения двух реакций, протекавших во время эксперимента.

I-8.4. Рассчитайте минимальную и максимальную массовые доли (w) NgF_2 в образце с SiF_4 и O_2F_2, которые могли соответствовать ожидаемому количественному образованию NgF_4.

I-8.5. NgF_2 – сильный окислитель, реагирующий при комнатной температуре с металлическим золотом с образованием $[NgF][AuF_n]$, который при аккуратном нагревании превращается в AuF_{n-1}. В какой степени окисления (X) находится Au в полученном фториде, если максимально используется 71.43 мол.% фтора из NgF_2?



I-8.6. Рентгеноструктурный анализ монокристалла NgF_2 при −80°C позволил определить элементарную ячейку NgF_2 (квадратная призма, содержащая один из атомов в центре инверсии), показанную на рисунке с некоторыми из межатомных расстояний. Рассчитайте плотность (ρ, г·см$^{-3}$) NgF_2 при этой температуре.

I-8.7. SbF_5 реагирует с избытком NgF_2 с образованием, помимо других продуктов, ионного соединения, катион которого состоит только из атомов Ng и F. Спектр ^{19}F ЯМР этой соли в BrF_5 при −65°C содержит только два резонансных сигнала этого катиона: один дублет и один триплет с одинаковыми константами взаимодействия $J = 347$ Гц. Игнорируя спин ядра Ng, определите наиболее вероятную формулу и структуру этого однозарядного катиона.