

9 класс

Задача 9-1 (20 баллов)

При сгорании углеводородов выделяется большое количество тепла, поэтому они широко применяются как источники тепловой энергии, которую используют для промышленных и хозяйственных нужд. Молярные теплоты сгорания первых четырех предельных углеводородов представлены в таблице.

Вещество	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/моль
Метан (CH_4)	890
Этан (C_2H_6)	1555
Пропан (C_3H_8)	2220
Бутан (C_4H_{10})	2885

1. Приведите уравнение реакций горения предельных углеводородов в кислороде в общем виде. (2 балла)
2. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 1 г пропана? (2 балла)
а) 50 кДж б) 25 кДж в) 52 кДж г) 26 кДж д) 55 кДж
3. Изобразите график зависимости молярной теплоты сгорания алканов от числа атомов углерода в молекуле углеводорода и предложите уравнение для описания данной зависимости. (6 баллов)
4. При сгорании $5,4 \text{ дм}^3$ неизвестного алкана (измерено при $t = 177^\circ\text{C}$, $p = 2 \text{ атм}$) выделилось $1232,9 \text{ кДж}$ теплоты. Определите формулу алкана. (8 баллов)
5. Какое количество структурных изомеров имеет алкан из пункта 4? (2 балла)
а) 5 б) 6 в) 7 г) 8 д) 9

Задача 9-2 (20 баллов)

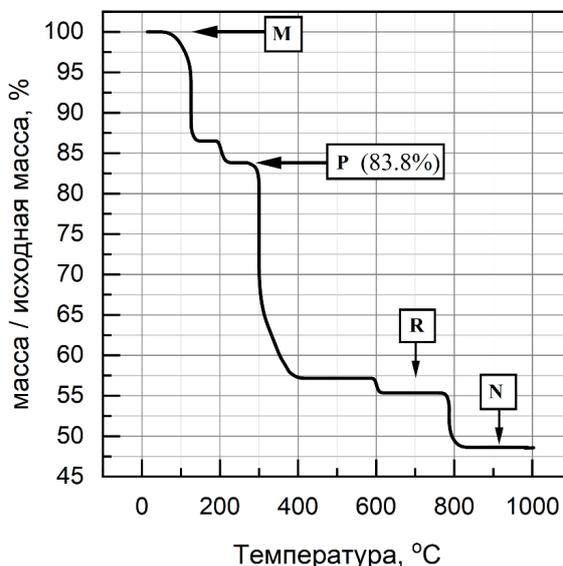
На рисунке ниже приведена термогравиметрическая кривая, соответствующая нагреванию образца соли **M** до 1000°C . На термогравиметрической кривой по вертикальной оси показывают изменение массы образца. В данном случае изменение массы показано в процентах от исходной. По горизонтальной оси приведена температура, до которой нагревают образец. Перегибы и горизонтальные плоские участки на кривой обозначают устойчивые в определенном температурном интервале соединения.

При прокаливании гидрата соли **M**, содержащей элемент **L**, до температуры выше 800°C образуется оксид **N** с массовой долей кислорода $14,73\%$. Вещество **M** содержит $2,113\%$ H, $10,79\%$ C и $41,59\%$ элемента **L** по массе.

1. Определите элемент **L** и формулы соединений **M** и **N**. (10 баллов)

При нагревании образца **M** до 300°C образуется соединение **P**, масса которого составляет $83,8\%$ от массы вещества **M**.

В интервале $600\text{--}800^\circ\text{C}$ устойчиво вещество **R**.



2. *Определите формулу вещества Р. (5 баллов)*
3. *Определите формулу вещества R. (5 баллов)*

Задача 9-3

Природные минералы и синтетические материалы с общей формулой $Me^{II}_3Me^{III}_2(SiO_4)_3$ называются гранаты. Гранаты получили широкое применение в радиотехнике, полупроводниковой промышленности, области сверхпроводимости и др. К природным гранатам относятся минералы, где в качестве Me^{II} часто выступает кальций, а в качестве Me^{III} – алюминий. В синтетических гранатах атом кремния, участвующий в формировании тетраэдрических ионов с атомами кислорода, может быть замещен на другие атомы, в т.ч. и атомы металлов. Первый синтетический гранат, полученный в 1951 г. получил название, представляющее собой аббревиатуру, расшифровка которой характеризует его состав – ИАГ. Общая формула ИАГ – $Y^{III}_3X^{III}_2[XO_4]_3$, где X и Y – обозначения для неизвестных элементов, один из которых относится к элементам третьего периода. Массовая доля кислорода в ИАГ – 32,34 %.

1. *Расшифруйте аббревиатуру «ИАГ», определите элементы X и Y и установите формулу описанного синтетического граната. (5 баллов)*

ЛюАГ, другой синтетический гранат, используется для изготовления лазерных установок, которые обладают большим КПД, чем лазеры на основе ИАГ. Массовая доля кислорода в ЛюАГ составляет 22,54 %.

2. *Установите формулу ЛюАГ. (5 баллов)*

На этом разнообразии синтетических гранатов не заканчивается. Замещать кремний в структуре природного граната могут другие элементы, что также влияет на краткое название синтетического граната. ГГГ, ещё один синтетический гранат, используется в магнитооптической промышленности. Массовая доля кислорода в ГГГ составляет 18,96 %.

3. *Установите формулу ГГГ. (5 баллов)*

Ещё один синтетический гранат – ЖИГ используется как активный материал в резонаторах микроволнового излучения. Массовая доля кислорода в ЖИГ составляет 26,02 %.

4. *Установите формулу ЖИГ. (5 баллов)*

Задача 9-4

В состав некоторого металлического сплава входит серебро, медь, алюминий и магний. Образец сплава тщательно измельчили и обработали избытком раствора КОН. При этом в растворе образовалась соль, массовая доля кислорода в которой составляет 0,477, и выделился газ объемом 30,24 дм³ (н.у.). Оставшийся твердый осадок попытались растворить в соляной кислоте, получив 10,08 дм³ (н.у.) газа, однако часть осадка осталась нерастворенной. Эту нерастворившуюся часть удалось перевести в раствор нагреванием в концентрированной азотной кислоте.

1. *Запишите уравнения всех реакций, описанных в условии задачи. (5 баллов)*
2. *Рассчитайте массу серебра, меди, алюминия и магния в исходном исследованном образце сплава, если в описанном в условии эксперименте при растворении в горячей азотной кислоте выделился бурый газ, для поглощения которого потребовалось 500 см³ 3 М раствора NaOH, а добавление к полученному раствору избытка раствора KCl привело к образованию 86,1 г осадка. Запишите необходимые уравнения реакций. (13 баллов)*
3. *Если исходный образец сплава, состоящий из Ag, Cu, Al и Mg, обработать соляной кислотой, в раствор переходит: (1 балл)*

а) Al; б) Cu; в) Ag; г) Mg; д) Al и Mg; е) Al, Cu, Ag, Mg.

4. Если исходный образец сплава, состоящий из Ag, Cu, Al и Mg, обработать концентрированной серной кислотой при нагревании, то в раствор перейдет: (1 балл)
- а) Al; б) Cu; в) Ag; г) Mg; д) Al, Ag и Mg; е) Al, Cu, Ag, Mg.

Задача 9-5 (20 баллов)

Как известно, углерод способен образовывать несколько аллотропных модификаций.

1. Выберите известные Вам аллотропные модификации углерода. (1 балл)

а) сажа б) кокс в) графит г) алмаз д) уголь
е) все вышеперечисленные

К аллотропным модификациям углерода также относится карбин, фуллерены и графен. Фуллерит не рассматривают как отдельную аллотропную модификацию углерода, – это твердое вещество, молекулярная кристаллическая решетка которого построена из фуллеренов.

Одним из наиболее изученных фуллеренов является молекула C_{60} , или так называемая молекула бакибола, имеющая форму футбольного мяча. Каждый атом углерода в молекуле бакибола соединен химической связью с тремя соседними атомами углерода

2. Укажите степень окисления углерода в молекуле бакибола. (1 балл)

а) -60 б) -4 в) -3 г) 0 д) $+4$ е) $+60$

3. Укажите, какие типы связей реализуются между атомами углерода в фуллеренах. (1 балл)

а) Только одинарные б) Только двойные в) Только тройные
г) Одинарные и двойные д) Одинарные и тройные е) Двойные и тройные

Для фуллеренов характерны реакции горения, окисления (сильными окислителями), присоединения, например, фторирования. В качестве фторирующего агента может быть использован трифторид марганца.

4. Запишите реакцию сгорания фуллерена C_{60} . Запишите реакцию взаимодействия фуллерена C_{60} с концентрированной азотной кислотой. Запишите реакцию взаимодействия этого фуллерена с трифторидом марганца, если продуктами реакции являются соль марганца, содержащая по массе 40,89 % F, а также производное фуллерена, содержащее по массе 51,30 % углерода. (7 баллов)

При определенных условиях фуллерены образуют фуллериты, организуясь в примитивную кубическую или гранецентрированную кубическую кристаллическую решетку. В элементарной ячейке примитивной кубической решетки фуллерены расположены только в вершинах куба, в гранецентрированной кубической ячейке – в вершинах куба и в центрах всех граней куба.

5. Рассчитайте диаметр фуллерена (нм), имеющего массу 1008 а.е.м., если из таких молекул образуется фуллерит, имеющий плотность $1,70 \text{ г/см}^3$ и гранецентрированную кубическую решетку. Чему равна длина (нм) ребра такой элементарной ячейки? Сможет ли разместиться внутри такого фуллерена атом ксенона радиусом 130 пм ($1 \text{ пм} = 10^{-12} \text{ м}$)? (5 баллов)
6. Рассчитайте, во сколько раз изменится длина ребра элементарной ячейки (нм) примитивной кубической решетки, в которую переходит гранецентрированная кубическая решетка фуллерита при охлаждении по сравнению с длиной ребра гранецентрированной ячейки. (5 баллов)

Задача 9-6 (20 баллов)

В состав свинцовых белил входит неорганическая соль свинца, содержащая также углерод, водород и кислород. Содержание самого тяжелого элемента в этой соли равно 20,0 %, а самого легкого – 13,3 %.

1. О каких процентах идет речь – о массовых или атомных? Ответ поясните. (6 баллов)
2. Установите формулу соли, если доли двух других элементов отличаются в 4 раза. (7 баллов)
3. Приведите уравнения термического разложения соли (в инертной атмосфере) и ее реакции с азотной кислотой. (7 баллов)