



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

Инструкции и рекомендации для проверки работ:

Как вы можете заметить, перед каждой задачей есть таблица разбалловки, в которой указано общее количество баллов за задачу (столбец «Всего») и вес задачи (столбец «Вес (%)»). Финальный балл за задачу рассчитывается следующим образом:

$$\text{балл за задачу} = \frac{\text{кол-во правильных очков ученика} \times \text{вес задачи}}{\text{общее кол-во баллов за задачу (Всего)}}$$

Обратите внимание, что общее количество баллов за каждую задачу не суммируется к 70 или 100 баллам. А вот «Вес» задач суммируется именно к 70. Система «внутренних баллов» и «весов» упрощает процесс проверки (т.к. предотвращает необходимость выдачи дробных баллов) и позволяет лучше корректировать сложность задач в контексте всей олимпиады.

Для вашего удобства мы создали шаблон таблицы оценивания в формате «Excel» с готовыми формулами – достаточно вбить внутренние баллы и файл сам посчитает итоговый результат каждого ученика. Будем сильно признательны, если вы отправите заполненный файл на почту results@gazcho.kz. Полученные результаты будут использованы исключительно для обезличенных статистических исследований.

Шаблон оценивания можно скачать по этому адресу: <https://gazcho.kz/problems/>

Решения этой олимпиады опубликованы на сайте www.gazcho.kz

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

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

1																	18																																																																												
1 H 1.008		2															13															14															15															16															17															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. Неизвестный Гидрид (Загрибельный Б.)

1.1	1.2	1.3	Всего	Вес (%)
7	1	2	10	12

Массовая доля водорода в некотором гидриде равна 2.60%. Установите брутто-формулу гидрида и его структурную формулу, если известно, что сумма чисел атомов элементов в молекуле гидрида равна 6. Напишите реакцию горения этого гидрида в кислороде.

1. Брутто-формула гидрида.

В общем виде неизвестный гидрид имеет брутто-формулу $\text{Э}x\text{H}y$

1 б балл за вывод общей брутто-формулы гидрида

Массовая доля водорода в гидриде будет вычисляться по формуле (1):

$$w(\text{H}) = \frac{Ar(\text{H}) * y}{Ar(\text{H}) * y + Ar(\text{Э}) * x}$$

1 б за вывод уравнения для массовой доли элемента

Обозначим $Ar(\text{Э}) = \text{Э}$ а.е.м., поскольку $Ar(\text{H}) = 1$ а.е.м., то уравнение (2), основанное на формуле (1), приобретает вид:

$$0.026 = \frac{y}{y + \text{Э}x}$$

Преобразуем уравнение (2) в следующий вид:

$$\text{Э} = \frac{37.46y}{x}$$

1 б за вывод уравнения для нахождения Ar неизвестного элемента в гидриде

Согласно условию задачи сумма атомов элементов в молекулу гидрида строго меньше 7, на основании чего можно составить следующее уравнение (3):

$$x + y = 6$$

1 б за вывод уравнения о сумме чисел атомов элементов

На первый взгляд получаем систему из преобразованного уравнения (2) и уравнения (3) с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} \text{Э} = \frac{37.46y}{x} \\ x + y = 6 \end{cases}$$

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

В то же время, x и y – целые и положительные числа, поэтому набор возможных значений x и y строго ограничен. Приведем все возможные наборы x и y и вычислим Δ , исходя из преобразованного уравнения (2):

x	1	2	3	4	5
y	5	4	3	2	1
Δ	187.3	74.92	37.46	18.73	7.49

1 б за вычисление Δ используя все возможные значения x и y

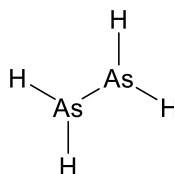
Из всех пар x и y только одна дает осмысленное значение Δ с точки зрения атомных весов элементов, приведенных в Таблице Менделеева – 74.92, что соответствует мышьяку, As. Таким образом брутто-формула гидроксида – As_2H_4 .

1 б за установление элемента

1 б за установление брутто-формулы гидроксида

2. Структурная формула гидроксида.

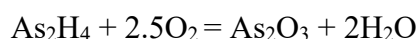
Структурная формула As_2H_4 :



1 б за установление структурной формулы гидроксида

3. Реакция горения гидроксида в кислороде.

Уравнение горения гидроксида в кислороде:

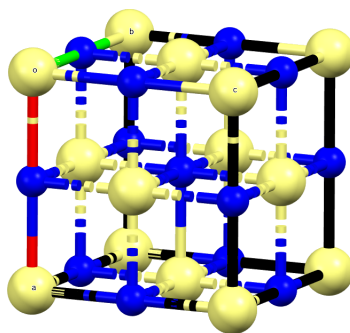


2 б за верно написанное уравнение горения гидроксида. При указании As_2O_5 в продуктах баллы за пункт не засчитывают

Задача №2. Кристаллические структуры (Курамшин Б.)

2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Всего	Вес (%)
4	3	8	6	8	3	32	16

Один из распространенных структурных типов бинарных веществ атомного состава 1:1 – структурный тип NaCl. На рисунке ниже представлена элементарная ячейка данного структурного типа. *Элементарная ячейка* – фрагмент пространства, параллельным переносом которого по трем направлениям получается кристаллическая решетка вещества. Помните, что традиционно атомы изображают на некотором расстоянии друг от друга, хотя в действительности кристалл упаковывается так, что каждый атом касается нескольких соседних (число шаров, которых касается данный шар, называется его координационным числом).



1. Ячейку обычно описывают параметром ячейки (в данном случае – ребро куба, a), и числом формульных единиц вещества в одной ячейке (Z).

Определите, сколько формульных единиц NaCl содержится в одной элементарной ячейке, и покажите, как связан параметр ячейки a с радиусами катиона (r_+) и аниона (r_-).

Атомов натрия – 8 в вершинах (по $1/8$, поскольку каждый атом делится восемью элементарными ячейками), 6 в гранях (по $1/2$, поскольку каждый атом делится гранью пополам), итого 4 атома.

Атомов хлора – 12 в ребрах (по $1/4$, поскольку атом на ребре делится между 4 элементарными ячейками), 1 в центре, итого 4 атома (как и должно быть в соответствии с формулой NaCl).

Значит, в ячейке всего 4 формульных единицы NaCl, $Z = 4$.

верное Z – 2 балла

(неверное Z , но верный подсчет атомов Na или Cl – 1 балл)

На ребре кубика укладывается полный диаметр атома хлора и, с концов ребра, два радиуса атома натрия. Значит, $a = 2r_- + 2r_+$.

верное выражение или эквивалентное ему – 2 балла

2. Рассчитайте параметр ячейки NaCl, если плотность кристаллического NaCl равна 2.165 г/см^3 .

Если параметр ячейки равен a , то объём 1 кубика равен a^3 . Поскольку в каждом кубике всего Z формульных единиц NaCl, то объём $a^3 N_A$ соответствует Z моль NaCl, то есть ZM грамм NaCl. То есть:

$$\rho = \frac{ZM}{N_A a^3} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{ZM}{N_A \rho}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot (35.45 + 22.99)}{6.02 \cdot 10^{23} \cdot 2.165}} = 5.64 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 5.64 \text{ \AA}$$

3 балла

3. Радиус аниона хлора на 0.51 Å больше радиуса катиона натрия. Рассчитайте радиусы обоих ионов. Сравните: а) радиус атома натрия с радиусом катиона натрия, б) радиус атома хлора с радиусом аниона хлора.

$$r_- = r_+ + 0.51.$$

$$a = 2 r_- + 2 r_+ = 2(r_+ + 0.51) + 2 r_+ = 4r_+ + 1.02 = 5.64$$

$$r_+ = 1.11 \text{ \AA}$$

$$r_- = 1.11 + 0.51 = 1.62 \text{ \AA}$$

По 2 балла за радиус аниона и катиона

Когда атом теряет электрон, при тех же силах притяжения к ядру силы межэлектронного отталкивания уменьшаются, поэтому $r(\text{Na}^+) < r(\text{Na})$.

Обратно, когда атом приобретает электрон, при тех же силах притяжения к ядру силы межэлектронного отталкивания усиливаются, поэтому $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Cl})$.

По 2 балла за каждое верное сравнение

Много совершенно непохожих друг на друга веществ часто имеют один тип кристаллической решетки. Так, например, вещества **А** и **Б**, не имеющие друг с другом общих элементов, кристаллизуются в структурном типе NaCl, но имеют другой параметр ячейки. В таблице ниже представлены параметры ячейки и плотность веществ **А** и **Б**.

	А	Б
$a, \text{ \AA}$	4.960	4.244
$\rho, \text{ г/см}^3$	13.61	5.38

4. Рассчитайте молярные массы веществ **А** и **Б**.

Аналогично выражению выше, можно рассчитать молярные массы:

$$\rho = \frac{ZM}{N_A a^3} \Rightarrow M_A = \frac{\rho_A N_A a_A^3}{Z} = \frac{13.61 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \cdot (4.96 \cdot 10^{-8})^3}{4} = 249.94 \text{ г/моль}$$

$$M_B = \frac{\rho_B N_B a_B^3}{Z} = \frac{5.38 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \cdot (4.244 \cdot 10^{-8})^3}{4} = 61.89 \text{ г/моль}$$

По 3 балла

А можно получить нагреванием простого вещества – металла в атмосфере метана. **Б** – взаимодействием другого металла с одним из основных компонентов воздуха.

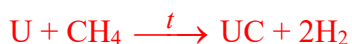
5. Определите формулы веществ **А** и **Б** и запишите уравнения реакций их получения.

Оба вещества бинарные и имеют состав 1:1. **А** содержит углерод, значит, на металл приходится $249.94 - 12.01 = 237.93$ г/моль – это уран. **А – это UC**, карбид урана.

Б содержит либо кислород, либо азот. Если это оксид, то на металл приходится $61.89 - 16 = 45.89$ г/моль – такого металла нет. Если это нитрид, то на металл приходится $61.89 - 14 = 47.89$ г/моль, это титан. **Б – это TiN**.

Формулы – по 3 балла

Уравнения реакций:



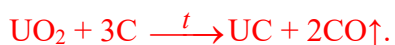
Уравнения реакций – по 1 баллу

Вещество **А** можно получить взаимодействием с углем бинарного вещества **В**, кристаллизующегося в структурном типе флюорита (фторида кальция). Побочным продуктом при этом является только газ легче воздуха.

6. Определите вещество **В** и запишите уравнение описанной реакции.

В структурном типе флюорита (CaF_2) должно кристаллизоваться вещество атомного состава 1:2. Такой состав, а также образование газа легче воздуха наводит на мысль о том, что **В – это UO_2** .

Уравнение реакции:



Формула В – 2 балла

Уравнение реакции – 1 балл

Задача №3. Эксперимент с «Тассай» (Мадиева М.)

3.1	3.2	Всего	Вес (%)
2	9	11	12

Начинающий химик *Пробирочкин* решил провести небольшой эксперимент. В магазине наш юный друг купил газированную воду «Тассай» ($\rho = 1$ г/мл) и отправился в свою небольшую лабораторию. Там он перелил часть купленной воды в коническую колбу и надел на горлышко резиновый шарик. Собранную конструкцию *Пробирочкин* поместил на нагретую до 70°C плитку. После продолжительного нагревания объем шарика составил 0.8 см^3 , а в воде совсем не осталось пузырьков (испарениями воды пренебречь). Далее экспериментатор увеличил температуру до 140°C . По истечению длительного времени в колбе не осталось воды, а объем шарика при данных условиях увеличился на 468.3 см^3 . После окончания эксперимента юный химик обнаружил на стенках колбы белые пятна. Привес составил 0.8 мг . Эксперимент проводился при нормальном давлении, его изменением в ходе эксперимента и процессами передачи энергии пренебречь.

1. Объясните природу появления белых пятен.

Белые пятна на стенках сосуда – соли щелочных и щелочноземельных металлов, входящих в состав минеральной воды (сульфаты, хлориды магния, кальция, натрия и пр). Их масса 0.8 мг . **2 балла**

2. Определите степень газирования (концентрация газа, %масс) купленной воды.

Газ, входящий в состав минеральной газированной воды– CO_2 . **1 балл**

Нагревание колбы при 70°C приводит к полной дегазации. Объем шарика равен объему всего CO_2 :

$$V_{\text{CO}_2} = 0.8\text{ см}^3 = 0.8 \cdot 10^{-3}\text{ л} \quad \mathbf{1\text{ балл}}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{101.3 \cdot 0.8 \cdot 10^{-3}}{8.31 \cdot (273 + 70)} = 2.84 \cdot 10^{-5}\text{ моль} \quad \mathbf{1\text{ балл}}$$

$$m_{\text{CO}_2} = n \cdot M = 2.8 \cdot 10^{-5} \cdot 44 = 125 \cdot 10^{-5}\text{ грамм} \quad \mathbf{1\text{ балл}}$$

При повышении температуры до 140°C , вся вода испаряется, и ее объем равен $468.3\text{ см}^3 = 0.4683\text{ л}$. **1 балл**

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \cdot 0.4683}{0.082 \cdot (273 + 140)} = 13.8 \cdot 10^{-3}\text{ моль} \quad \mathbf{1\text{ балл}}$$

$$m_{H_2O} = n \cdot M = 13.8 \cdot 10^{-3} \cdot 18 = 248.4 \cdot 10^{-3} \text{ грамм } \mathbf{1 \text{ балл}}$$

$$\omega_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{m_{H_2O} + m_{CO_2} + m_{солей}} = \frac{125 \cdot 10^{-5}}{248.4 \cdot 10^{-3} + 125 \cdot 10^{-5} + 0.8 \cdot 10^{-3}} \approx 0.005 \text{ или } 0.5\% \mathbf{2 \text{ балла.}}$$

1 балл при не учёте массы одного слагаемого, 0.5 баллов – при не учёте двух.

Задача №4. Газовая смесь (Черданцев В.)

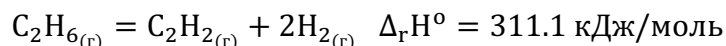
4.1	4.2	4.3	4.4	Всего	Вес (%)
7	5	4	2	18	14

Газовая смесь (смесь 1), состоящая из метана и этана, имеет плотность 1.186 г/л при 60°C и давлении 1.5 атм. При сжигании данной смеси объемом 10.92 л (при тех же условиях) выделилось 695.2 кДж тепла.

Другую смесь (смесь 2), так же состоящую из метана и этана, объемом 8.96 л (н.у.) полностью сожгли при в замкнутом сосуде в присутствии необходимого количества кислорода. После приведения к исходной температуре и конденсации водяных паров давление в сосуде уменьшилось в 2.382 раза, при этом выделилось 543.9 кДж тепла.

Справочные данные:

Энтальпия образования $\Delta_f H^0(H_2O_{(ж)}) = -285.8 \text{ кДж/моль}$



Считайте, что вода во всех реакциях образуется в жидком состоянии.

1. Установите количественный состав (в мольных долях) обеих смесей.

Смесь 1:

Рассчитаем среднюю молярную массу смеси:

$$pV = nRT \Rightarrow pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{p} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1.186 \cdot 8.314 \cdot (60 + 273)}{1.5 \cdot 101.325} = 21.6 \text{ г/моль}$$

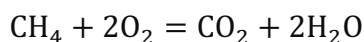
(2 балла)

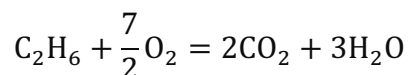
Используя значение средней молярной массы, рассчитаем мольные доли компонентов смеси:

$$\begin{aligned} M_{\text{ср}} &= x_{CH_4} M_{CH_4} + x_{C_2H_6} M_{C_2H_6} = x_{CH_4} \cdot M_{CH_4} + (1 - x_{CH_4}) M_{C_2H_6} \\ &= 16 \cdot x_{CH_4} + 30 \cdot (1 - x_{CH_4}) = 21.6 \end{aligned}$$

$$x_{CH_4} = 0.6, \quad x_{C_2H_6} = 0.4 \text{ (по 0.5 балла за каждое значение = 1 балл)}$$

Смесь 2:





Обозначим исходное количество метана в смеси за x , а количество этана – за y . Тогда, согласно стехиометрии реакций сжигания обоих газов, исходное количество кислорода в смеси равно $2x + 3.5y$, а количество углекислого газа после сгорания равно $x + 2y$.

Давление в сосуде прямо пропорционально количеству газа в нем (метан, этан и кислород до сгорания и углекислый газ после сгорания):

$$\frac{(n_0(\text{CH}_4) + n_0(\text{C}_2\text{H}_6) + n_0(\text{O}_2))}{n(\text{CO}_2)} = \frac{x + y + 2x + 3.5y}{x + 2y} = \frac{3x + 4.5y}{x + 2y} = 2.382 \text{ (2 балла за уравнение)}$$

Количество вещества газов в исходной смеси равно:

$$n = \frac{8.96}{22.4} = 0.4 \text{ моль}$$

Таким образом, чтобы рассчитать количество метана и этана в смеси, необходимо решить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{3x + 4.5y}{x + 2y} = 2.382 \\ x + y = 0.4 \end{cases} \text{ (1 балл за второе уравнение)}$$

Решив систему, получаем $x = 0.12$ и $y = 0.28$

$$x_{\text{CH}_4} = \frac{0.12}{0.4} = 30\%, \quad x_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{0.28}{0.4} = 70\% \text{ (по 0.5 балла за каждое значение = 1 балл)}$$

2. Вычислите теплоты сгорания метана и этана в кДж/моль.

$$n(\text{смесь 1}) = \frac{pV}{RT} = \frac{1.5 \cdot 101.325 \cdot 10.92}{8.314 \cdot (60 + 273)} = 0.6 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{CH}_4) = 0.6 \cdot 0.6 = 0.36 \text{ моль}, \quad n_1(\text{C}_2\text{H}_6) = 0.6 \cdot 0.4 = 0.24 \text{ моль}$$

$$n(\text{смесь 2}) = \frac{8.96}{22.4} = 0.4 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{CH}_4) = 0.3 \cdot 0.4 = 0.12 \text{ моль}, \quad n_2(\text{C}_2\text{H}_6) = 0.7 \cdot 0.4 = 0.28 \text{ моль}$$

Обозначим за $Q_{\text{сгор}}(\text{CH}_4)$ за x , а $Q_{\text{сгор}}(\text{C}_2\text{H}_6)$ – за y и составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0.36x + 0.24y = 695.2 \\ 0.12x + 0.28y = 543.9 \end{cases}$$

По 2 балла за каждое правильно составление уравнение в системе = 4 балла

Решив систему, получаем $x = 890.6$, $y = 1560.8$

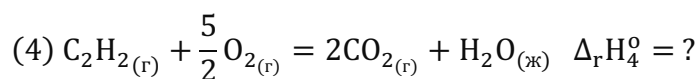
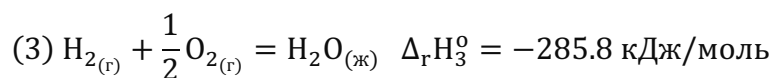
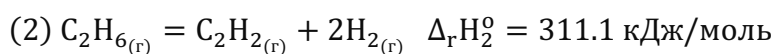
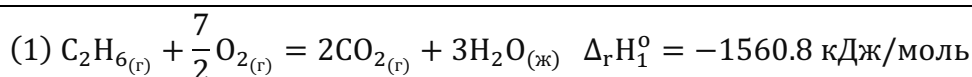
Таким образом, $Q_{\text{сгор}}(\text{CH}_4) = 890.6$ кДж/моль, $Q_{\text{сгор}}(\text{C}_2\text{H}_6) = 1560.8$ кДж/моль

По 0.5 балла за каждое значение теплоты сгорания = 1 балл

Если соблюдена логика решения, но ученик использовал другие значения молярных долей, рассчитанные в первом пункте, ставится **полный балл**

Примечание: если вы не смогли рассчитать данные теплоты сгорания, то используйте значения $Q_{\text{сгор}}(\text{CH}_4) = 900$ кДж/моль, $Q_{\text{сгор}}(\text{C}_2\text{H}_6) = 1600$ кДж/моль для дальнейших расчетов.

3. Используя данные пункта 2, а также справочные данные задачи, рассчитайте изменение энтальпии реакции сгорания ацетилена.



Чтобы получить реакцию (4) из реакций (1), (2), и (3), необходимо произвести следующие действия:

$$(4) = (1) - (2) - 2 \cdot (3) \quad (2.5 \text{ балла за соотношение})$$

Тогда, согласно закону Гесса, $\Delta_r H_4^0 = \Delta_r H_1^0 - \Delta_r H_2^0 - 2 \cdot \Delta_r H_3^0 = -1300.3$ кДж/моль (1.5 балла)

Если ученик использовал значение $Q_{\text{сгор}}(\text{C}_2\text{H}_6) = 1600$ кДж/моль, то конечный ответ равен -1339.5 кДж/моль, за который ученик получает **полный балл**.

Примечание: если вы не смогли рассчитать данную энтальпию сгорания, то используйте значение $\Delta_c H^0(\text{C}_2\text{H}_2) = -1350$ кДж/моль для дальнейших расчетов.

4. Какое количество (в молях) ацетилена требуется, чтобы получить такое же количество тепла, как при сжигании 1 моль смеси 2?

$$Q_{\text{сгор}}(\text{C}_2\text{H}_2) = -\Delta_r H_4^0 = 1300.3 \text{ кДж/моль}$$

При сгорании 0.4 моль смеси 2 выделилось 543.9 кДж тепла, следовательно при сжигании одного моль выделяется $Q_{\text{сгор}}(\text{смесь 2}) = \frac{543.9}{0.4} = 1359.8$ кДж/моль (1 балл)

$$\frac{Q_{\text{сгор}}(\text{C}_2\text{H}_2)}{Q_{\text{сгор}}(\text{смесь 2})} = 0.956 \quad (1 \text{ балл})$$

Таким образом, необходимо сжечь 0.956 моль ацетилена, чтобы получить такое же количество тепла, как при сжигании 1 моль смеси 2.

Если ученик использовал значение $\Delta_c H^\circ(C_2H_2) = -1350$ кДж/моль, то конечный ответ равен 0.993, за который ученик получает **полный балл**.

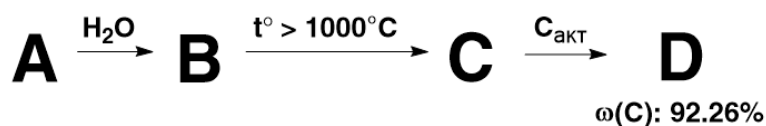
Если ученик использовал значение $\Delta_c H^\circ(C_2H_2) = -1339.5$ кДж/моль, то конечный ответ равен 0.985, за который ученик получает **полный балл**.

Задача №5. Синтез душистых веществ (Молдағұлов F.)

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	Всего	Вес (%)
4	4	3	1	4	1	2	19	16

Анисовое масло является ароматной смесью эфирных масел получаемых из аниса обыкновенного (лат. *Pimpinella anisum*). В этой задаче Вам предстоит расшифровать полный синтез основных компонентов анисового масла – душистых органических веществ **L**₁, **L**₂ и **M**.

В качестве исходного материала можно взять бинарное соединение **A** – карбид некоего металла, содержащего 25.03% углерода по массе, для синтеза углеводорода **D** который широко используется в химической промышленности в качестве исходного сырья и органического растворителя.



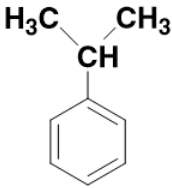
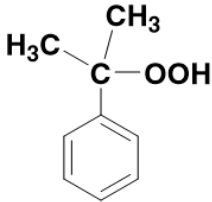
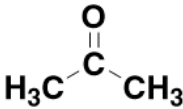
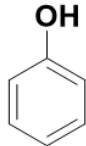
1. Определите формулы зашифрованных веществ **A** – **D**.

A	B	C	D
Al₄C₃	CH₄	C₂H₂	C₆H₆
1 балл	1 балл	1 балл	1 балл

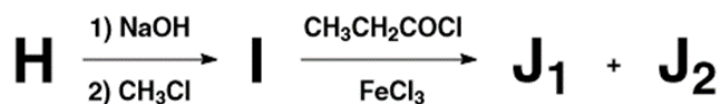
Далее следует последовательное алкилирование вещества **D** по Фриделю – Крафтсу и процесс Удриса – Сергеева, при котором **E** окисляясь на воздухе образует неустойчивый пероксо интермедиат **F**, содержащий 71.03% углерода и 7.95% водорода по массе.



2. Нарисуйте структуры зашифрованных веществ **E** – **H**.

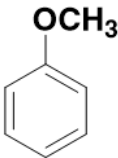
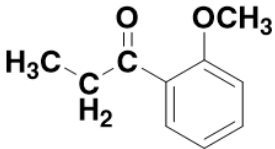
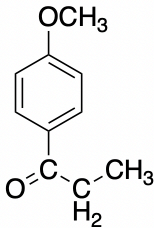
<p>E</p>  <p>1 балл</p>	<p>F</p>  <p>1 балл</p>	<p>G</p>  <p>1 балл</p>	<p>H</p>  <p>1 балл</p>
---	---	--	---

При ацилировании вещества **I** по Фриделю-Крафтсу образуется смесь изомерных веществ **J1** и **J2**.



Известно, что при ацилировании вещества **I** по Фриделю-Крафтсу образуется смесь изомерных веществ **J1** и **J2**, в которой доля образовавшегося вещества **J1** в разы меньше доли вещества **J2**.

3. Нарисуйте структуры зашифрованных веществ **I**, **J1** и **J2**.

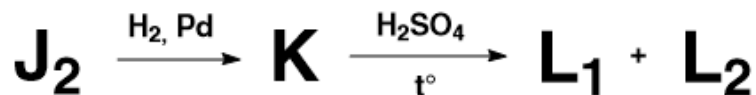
<p>I</p>  <p>1 балл</p>	<p>J1</p>  <p>1 балл</p>	<p>J2</p>  <p>1 балл</p>
---	--	--

4. Кратко обоснуйте причину, по которой вещество **J2** образуется в больших количествах, чем **J1**.

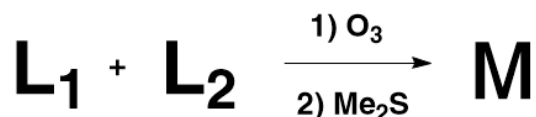
Из-за метокси-группы ацилирование в орто-позиции затруднено, соответственно образуется больше пара-продукта.

За правильное рассуждение о взаимном отталкивании двух больших групп в орто-положении относительно друг-друга присуждается полный балл. Итого 1 балл за пункт.

Далее из вещества J_2 образуется смесь геометрических изомеров L_1 и L_2 , содержащих 81.04% углерода и 8.16% водорода по массе, в ходе следующих двух превращений:



Финальной стадией синтеза M является последовательный озonoлиз и восстановление диметилсульфидом смеси веществ L_1 и L_2 .



Известно, что вещество M содержит 70.58% углерода и 5.92% водорода по массе, а при добавлении к нему аммиачного раствора оксида серебра стенки сосуда покрываются блестящим налётом.

5. Нарисуйте структуры зашифрованных веществ K , L_1 , L_2 и M .

<p>K</p> <p>1 балл</p>	<p>L₁</p> <p>1 балл (полный балл если указан цис-изомер)</p>	<p>L₂</p> <p>1 балл (полный балл если указан транс-изомер)</p>	<p>M</p> <p>1 балл</p>
-------------------------------	--	--	-------------------------------

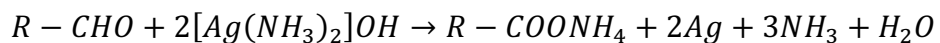
6. Предположите, какое из веществ L_1 или L_2 образуется в больших количествах? Кратко поясните ваш ответ.

Транс-изомер образуется в больших количествах поскольку является менее стерически затрудненным, чем **цис-изомер**.

1 балл за упоминание стерического фактора

Если ученик нарисовал L1 как транс-изомер и сказал, что L1 образуется в больших количествах – полный балл. Если ученик нарисовал L2 как транс-изомер и сказал, что L2 образуется в больших количествах – полный балл.

7. Запишите вышеупомянутую качественную реакцию вещества **М**.



2 балла за реакцию с коэффициентами. 1 балл если не расставлены коэффициенты. 1 балл если записана реакция (с коэффициентами) с образованием карбоновой кислоты (а не соли аммония). 0.5 баллов если указана реакция без коэффициентов и с образованием карбоновой кислоты.