

**Министерство образования и науки РТ
Казанский федеральный университет**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады
школьников по химии 2011–2012 гг.
Решения**

Под редакцией к.х.н. Седова И.А.

Пояснение

Жирным шрифтом выделены правильные ответы, за которые начисляются баллы, и разбалловка.

Школьники могут использовать при решении как округленные до целого числа, так и точные (1-3 знака после запятой) атомные массы элементов. В последнем случае ответ может содержать больше значащих цифр, чем приведено в данном решении.

В многоступенчатых расчетных задачах наличие одной чисто арифметической ошибки, приведшей к неверному ответу, не должно повлечь за собой потерю более чем половины баллов по соответствующему пункту.

При проверке работ одну и ту же задачу у всех участников должен проверять один человек.

Максимальный балл за каждую задачу 10 баллов. Максимальный балл за все задачи в 8 классе 40 баллов, в 9 – 11 классах 50 баллов.

8 класс

Задача 1. (Автор – И.А. Седов)

P – Фосфор – пэ

As – Мышьяк – арсеникум

Fe – Железо – феррум

Cu – Медь – купрум

Sn – Олово – станнум

Sb – Сурьма – стибium

Ag – Серебро – аргентум

Au – Золото – аурум

Hg – Ртуть – гидраргирум

Pb – Свинец – плюмбум

0,4 балла за каждый символ элемента, 0,2 балла за верное название, 0,4 балла за верное прочтение

Всего максимум 10 баллов

Задача 2. (Автор – И.А. Седов)

1. Количество теплоты, отданное маслом при охлаждении до температуры плавления льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, составляет $Q_1 = -Cm\Delta t = -1,67 \cdot 100 \cdot (0 - 40) = 6680\text{ Дж}$. На нагревание льда до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ затрачено $Q_2 = 2,06 \cdot 25 \cdot (0 - (-5)) = 257,5\text{ Дж}$. Значит, на таяние льда было затрачено $Q_1 - Q_2 = 6422,5\text{ Дж}$, при этом растаяло $\Delta m = 6474 / 334 = 19,2\text{ г}$ льда, масса кусочка льда $25 - 19,2 = 5,8\text{ г}$. **(6 баллов)**

2. Условие плавания льда на границе раздела жидкостей выглядит как $g\rho_{\text{льда}}V_{\text{льда}} = g\rho_{\text{воды}}V_{\text{подводн}} + g\rho_{\text{масла}}(V_{\text{льда}} - V_{\text{подводн}})$. Обозначим долю объема кусочка льда, погруженную в водный слой, $V_{\text{подводн}}/V_{\text{льда}} = x$, тогда

$$\rho_{\text{льда}} = \rho_{\text{воды}}x + \rho_{\text{масла}}(1 - x), \quad x = \frac{\rho_{\text{льда}} - \rho_{\text{масла}}}{\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{масла}}} = 0,17 \text{ или } 17\%. \text{ (4 балла)}$$

Всего максимум 10 баллов

Задача 3. (Автор – С.А. Зиганшина)

1. Воспользуемся следующей формулой для расчета концентрации раствора после смешения: $\omega_3 = \frac{\omega_1 \cdot m_1 + \omega_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$, где ω_1, ω_2 – концентрации исходных растворов, а m_1, m_2 – их массы.

Найдем массы растворов 1 и 2:

$$m_1 = \rho V = 1,219 \cdot 10 = 12,19\text{ г},$$

$$m_2 = \rho V = 1,032 \cdot 20 = 20,64\text{ г}.$$

$$\text{Таким образом, } \omega_3 = \frac{0,30 \cdot 0,1219 + 0,05 \cdot 0,2064}{0,1219 + 0,2064} = 0,143, \text{ или } 14,3\%. \text{ (3 балла)}$$

Для расчета молярной концентрации найдем массу и количество вещества в растворе:

$$m(H_2SO_4) = 30 \cdot 0,1219 + 5 \cdot 0,2064 = 4,69 \text{ г},$$

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{4,69}{98} = 0,048 \text{ моль. Молярная концентрация равна}$$

$$[H_2SO_4] = \frac{\nu(H_2SO_4)}{V} = \frac{0,04785}{0,03} = \mathbf{1,6 \text{ М (3 балла)}}.$$

$$2. \rho = \frac{12,19 + 20,64}{30} = \mathbf{1,09 \text{ г/см}^3 \text{ (2 балла)}}.$$

3. Согласно уравнению $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ в растворе может раствориться 0,048 моль, или **3,1 г цинка (2 балла)**.

Всего максимум 10 баллов

Задача 4. (Автор – И.А. Седов)

1. В соединении A_xB_y отношение процентных долей элементов А и В равно $(x \cdot M(A)) : (y \cdot M(B)) = (x \cdot n(A)) : (y \cdot n(B))$, где $n(A)$ – порядковый номер элемента А.

Здесь это отношение составляет $94,44 : 5,56 \approx 17$. Поскольку 17 – простое число, то $n(A)$ делится на 17. По условию единственным возможным элементом А является Cl, тогда В – Н, $x = y = 1$. Соединение – **HCl (3 балла)**.

2. Для каждого из соединений попробуем представить отношение процентных содержаний элементов как отношение целых чисел:

w(X)	w(Y) = 100 – w(X)	w(X):w(Y)
63.6	36.4	7:4
46.7	53.3	7:8
36.8	63.2	7:12
30.4	69.6	7:16
25.9	74.1	7:20

Следует предположить, что $n(X)$ делится на 7, т.е. это либо N, либо Si, а $n(Y)$ делится на 4 (Be, O, Mg, S). Тогда возможные формулы последнего соединения Be_5N , N_2O_5 , Mg_5N_3 , S_5N_4 , $Be_{10}Si$, SiO_5 , $Mg_{10}Si_3$, Si_2S_5 . Из этих соединений существует только N_2O_5 , в остальных соединениях элементы находятся в несуществующих валентных состояниях. Таким, образом, **X – N (1,5 балла), Y – O (1,5 балла)**, соединения – **N_2O , NO, N_2O_3 , NO₂ (или N_2O_4), N_2O_5 (по 0,2 балла за каждую формулу, всего 1 балл)**.

3. $27,5 : 32,5 : 40 = 11 : 13 : 16$. Поскольку 11 и 13 – простые числа, в соединение входят Na и Al, а еще один элемент, по всей видимости, имеет номер, являющийся делителем 16 (Н, He, Be, O, S). Из формул $NaAlH_{16}$, $NaAlHe_8$, $NaAlBe_4$, $NaAlO_2$, $NaAlS$ реально существующему соединению отвечает только **$NaAlO_2$. (3 балла. Если найдены только Na и Al, 1,5 балла)**.

Всего максимум 10 баллов

9 класс

Задача 1. (Автор – И.А. Седов)

В таблице Мейера, в отличие от таблицы Менделеева, элементы одного периода расположены вертикально, а одной группы – горизонтально. Кроме того, верхний горизонтальный ряд образован не первой, а третьей группой элементов. Инертные газы были в то время неизвестны. Полностью таблица Мейера выглядит так:

	B	Al				In		Tl
	C	Si	Ti		Zr	Sn		Pb
	N	P	V	As	Nb	Sb	Ta	Bi
	O	S	Cr	Se	Mo	Te	W	
	F	Cl	Mn	Br		I		
			Fe		Ru		Os	
			Co		Rh		Ir	
			Ni		Pd		Pt	
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Au	
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba	Hg	

3 – In, 8 – Pb, 10 – P, 16 – O, 19 – Se, 25 – I, 29 – Ir, 30 – Pd, 36 – Rb, 39 – Be.

1 балл за каждый верный элемент

Всего максимум 10 баллов

Задача 2. (Автор – А.К. Гатиатулин)

1. А – SO₂, В – SO₃, С – H₂SO₄, D – H₂O (по 1 баллу за каждую формулу, всего 4 балла).

$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ или $3\text{FeS}_2 + 8\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{SO}_2$ (1 балл)

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ (0,5 балла)

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ (0,5 балла)

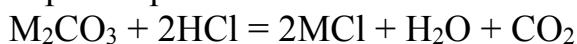
2. 60% олеум содержит 60% SO₃ и 40% H₂SO₄ по массе. В пирите массовая доля серы составляет $2 \cdot 32 / (56 + 2 \cdot 32) = 53,3\%$, в 60% олеуме – $0,60 \cdot 32 / (32 + 3 \cdot 16) + 0,40 \cdot 32 / (2 + 32 + 4 \cdot 16) = 37,1\%$. Таким образом, теоретически для производства $2,00 \cdot 32,1 = 64,2$ т олеума потребуется $64,2 \cdot 0,371 / 0,533 = 44,7$ т пирита. С учётом содержания примесей и выходов двух первых стадий для этого нужно $44,7 / (1 - 0,196) / 0,922 / 0,938 = 64,3$ т руды (2,5 балла).

3. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (1,5 балла).

Всего максимум 10 баллов

Задача 3. (Автор – А.К. Гатиатулин)

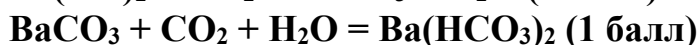
1. Вероятнее всего, газ **Б** – CO_2 (1 балл). Тогда соль **А** может быть карбонатом или гидрокарбонатом. Сухой остаток **В** – хлорид того же катиона **М**. Если **А** – карбонат, то **М** одновалентен, иначе карбонат был бы нерастворим.



Приняв атомную массу **М** за x , получим уравнение:

$3,55/(2x+62) = 3,78/2/(x+35,5)$. Отсюда $x = 39$ г/моль – **К** (3 балла за нахождение калия любым расчетным способом). Соль **А** – K_2CO_3 (1 балл), **В** – KCl (1 балл).

В случае гидрокарбонатов масса хлорида будет меньше массы гидрокарбоната, и решений нет.



3. Поташ (1 балл).

Всего максимум 10 баллов

Задача 4. (Автор – И.А. Седов)

$$1. e = \frac{F}{N_A} = \frac{96485}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл (2 балла).}$$

$$2. m = \frac{M(\text{H})}{1836 N_A} = \frac{1,008 \cdot 10^{-3}}{1836 N_A} = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг (2 балла).}$$

$$3. E = \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (1,60 \cdot 10^{-19})^4}{8 \cdot (6,63 \cdot 10^{-34})^2 \cdot (8,85 \cdot 10^{-12})^2} = 2,17 \cdot 10^{-18} \text{ Дж (4 балла).}$$

$$4. v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 2,18 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \text{ (2 балла).}$$

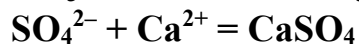
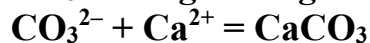
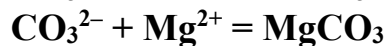
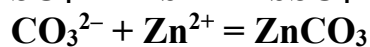
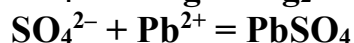
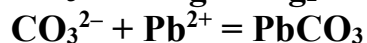
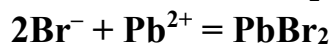
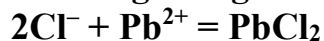
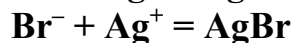
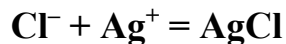
Всего максимум 10 баллов

Задача 5. (Автор – И.А. Седов)

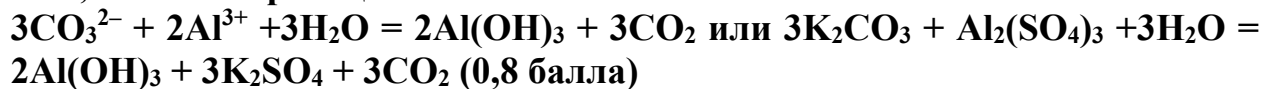
При смешении растворов 4 и 6 выделяется газ, это означает, что один из этих растворов – K_2CO_3 . Единственный раствор, при смешении с которым карбонат калия выделяет CO_2 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Со всеми остальными растворами K_2CO_3 дает осадки карбонатов. Из всех этих осадков светло-желтый цвет имеет только карбонат серебра. Значит, 4 – K_2CO_3 , 6 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 7 – AgNO_3 . AgNO_3 дает еще один светло-желтый осадок с CaBr_2 и не дает осадка с

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ значит, 1 – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 3 – CaBr_2 . Поскольку MgSO_4 в отличие от ZnCl_2 , образует осадок с CaBr_2 , 2 – ZnCl_2 , 5 – MgSO_4 .

1 – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 2 – ZnCl_2 , 3 – CaBr_2 , 4 – K_2CO_3 , 5 – MgSO_4 , 6 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 7 – AgNO_3 (по 0,8 балла за каждое верное соответствие, всего 5,6 балла).



По 0,3 балла за каждое из этих уравнений, всего 3,6 балла. Если написаны молекулярные уравнения реакций, максимум тоже 3,6 балла, по 0,3 балла за реакцию.

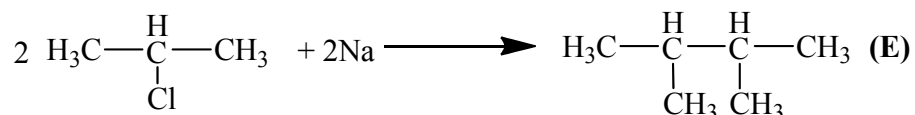
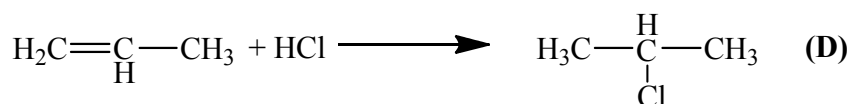
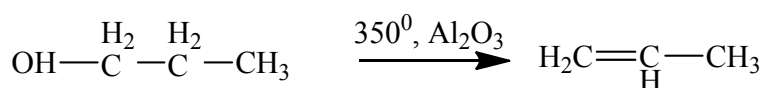
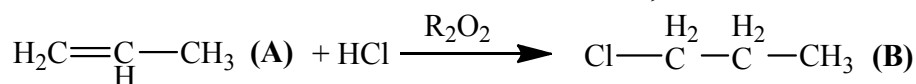


Всего максимум 10 баллов

10 класс

Задача 1. (Автор – М.А. Зиганшин)

Поскольку вещество **A** – непредельный углеводород, то в результате присоединения хлороводорода и последующего гидролиза в щелочном растворе образуется одноатомный спирт. Молекулярная масса вещества **C** будет складываться из молекулярных масс радикала C_nH_{2n+1} и OH-группы.
 $60 \text{ г/моль} = 12n + 2n + 1 + 17$. Отсюда $n = 3$, т.е. **A** – C_3H_6 .



По 1 баллу за каждую структуру, всего 5 баллов,

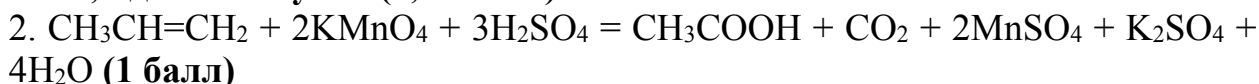
A – пропен (0,5 балла)

B – 1-хлорпропан (0,5 балла)

C – пропан-1-ол (пропанол-1, 1-пропанол) (0,5 балла)

D – 2-хлорпропан (0,5 балла)

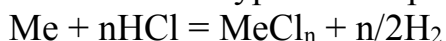
E – 2,3-диметилбутан (0,5 балла)



Всего максимум 10 баллов

Задача 2. (Автор – М.А. Зиганшин)

1. Понятно, что один из металлов растворяется в соляной кислоте, а другой – нет. Запишем уравнение реакции одного из металлов с соляной кислотой:



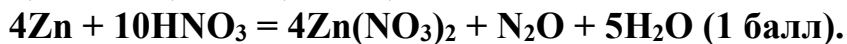
Рассчитаем количество металла, исходя из объема водорода:

$$\nu = \frac{2 \cdot 1,37 \text{ л}}{n \cdot 22,4 \text{ л}} = 0,1223 / n \text{ моль}$$

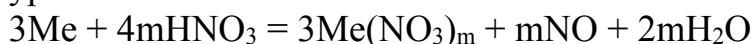
Т.к. масса исходной смеси была $10/2 = 5 \text{ г}$, а после реакции осталось 1 г не прореагировавшего металла, то масса металла, вступившего в реакцию с соляной кислотой, равна 4 г . Значит, атомная масса металла равна $32,7n \text{ г/моль}$. Перебирая различные целые n от 1 до 4, получаем единственный возможный вариант $n = 2$, **Me – Zn (2 балла)**.



Поскольку газы, образовавшиеся в результате реакции металлов с азотной кислотой, не реагируют со щелочью и представляют собой оксиды, то можно предположить, что это **N_2O (1 балл)** и **NO (1 балл)**. При взаимодействии 0,0612 моль цинка с разбавленной азотной кислотой выделилось $0,5777 - 0,2352 = 0,3425$ л, или 0,0153 моль газа. Это соответствует уравнению

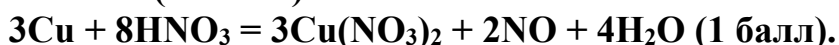


Значит, второй металл с разбавленной азотной кислотой реагирует по уравнению:



Количество NO составляет $0,2352/22,4 = 0,0105$ моль, металла – $0,0315/m$.

Атомная масса металла, масса равна $31,75m$. Отсюда можно найти, что $m=2$, **$\text{Me} - \text{Cu}$ (3 балла).**

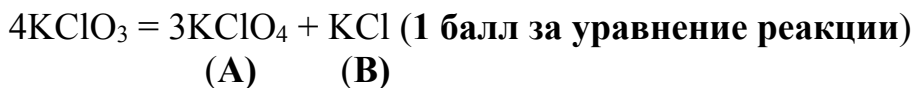


Примечание: осмий окисляется азотной кислотой до OsO_4 , а теллур – не металл.

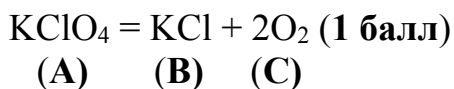
Всего максимум 10 баллов

Задача 3. (Автор – А.В. Герасимов)

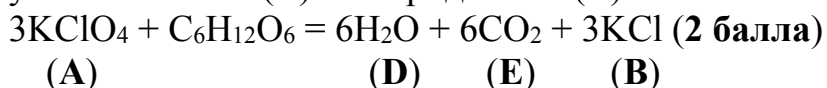
При нагревании бертолетовой соли до 400°C происходит ее разложение с образованием перхлората калия (**A**) и хлорида калия (**B**).



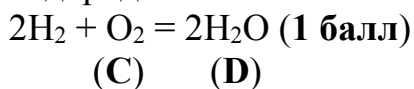
Дальнейшее нагревание перхлората калия (**A**) до температуры $550-620^\circ\text{C}$ приводит к его разложению с образованием хлорида калия (**B**) и кислорода (**C**).



При взаимодействии перхлората калия (**A**) с глюкозой образуются вода (**D**), углекислый газ (**E**) и хлорид калия (**B**).



Воду (**D**) можно получить прямым взаимодействием кислорода (**C**) с водородом.



За каждое из соединений А-Е по 1 баллу, всего 5 баллов.

Всего максимум 10 баллов

Задача 4. (Автор – Т.А. Мухаметзянов)

На основании условий задачи можно составить систему уравнений, обозначив октановое число толуола за x , н-гептана за y , изооктана за z :

$$0,3x + 0,04y + 0,66z = 102$$

$$0,6x + 0,1y + 0,3z = 102$$

$$0,333x + 0,333y + 0,333z = 73$$

За верно составленную систему уравнений **2 балла**. Если сразу были подставлены октановые числа **0** и **100** для н-гептана и изооктана, **0 баллов**.

Решая систему уравнений получаем значения октанового числа толуола – **120 (2 балла)**, н-гептана – **0 (1 балл)**, изооктана – **100 (1 балл)**.

2. **95 (1 балл)**.

3. $C_7H_8 + 9O_2 = 7CO_2 + 4H_2O$ **(1 балл)**

$C_7H_{16} + 11O_2 = 7CO_2 + 8H_2O$ **(1 балл)**

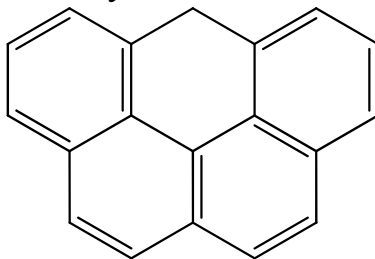
$2C_8H_{18} + 25O_2 = 16CO_2 + 18H_2O$ **(1 балл)**

Всего максимум 10 баллов

Задача 5. (Автор – А.К. Гатиатулин)

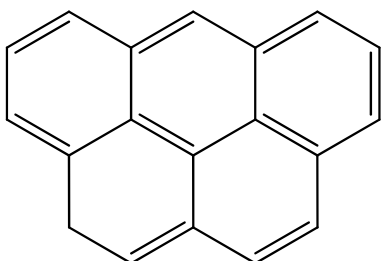
1. Молекулярная масса **A** составляет $8,28 \cdot 29 = 240$ г/моль. С учётом массовой доли углерода получаем брутто-формулу **$C_{19}H_{12}$ (3 балла)**.

2. Учёными была получена молекула т.н. олимпиацена:

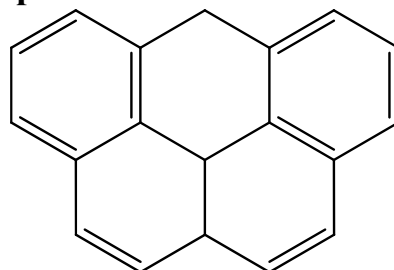


6 баллов за верную структуру.

За неверную структуру с тем же углеродным скелетом и числом двойных связей, но отличающуюся положением насыщенного атома углерода **2 балла**, за другие варианты **0 баллов**, например:



2 балла



0 баллов

3. Химики хотели успеть синтезировать вещество, своей структурой напоминающее **олимпийские кольца**, к началу **Олимпийских игр** в Лондоне **(1 балл)**.

Всего максимум 10 баллов

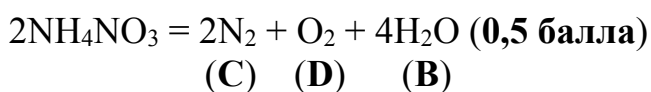
11 класс

Задача 1. (Авторы – А.В. Герасимов, А.К. Гатиатулин)

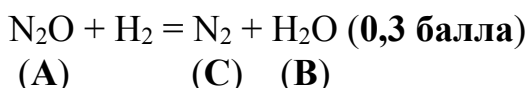
Разложение аммиачной селитры при температуре ниже 270 °С протекает с образованием закиси азота (А) и воды (В) по следующему уравнению:



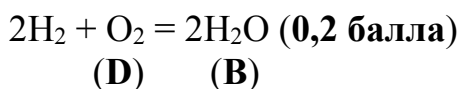
Разложение аммиачной селитры при температуре выше 270 °С протекает с образованием азота (С), кислорода (D) и воды (В) по следующему уравнению:



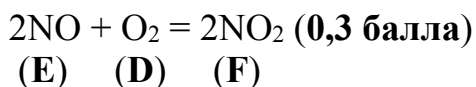
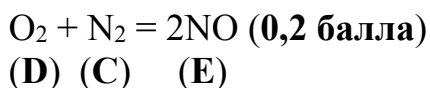
Закись азота (А) при нагревании взаимодействует с водородом с образованием азота (С) и воды (В).



Образование воды (В) происходит при прямом взаимодействии кислорода (D) и водорода.

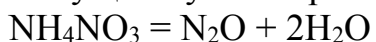


При очень высоких температурах кислород (D) вступает в реакцию с азотом (С) с образованием оксида азота (II) (Е), который окисляется кислородом при комнатной температуре с образованием оксида азота (IV) (F).

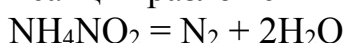


За формулы каждого из соединений А-F по 0,5 балла, всего 3 балла.

2. Существует 2 варианта протекания реакции разложения нитрата аммония:



Реакция разложения нитрита аммония идет по уравнению:



Примем за x число молей нитрата. Поскольку в каждой реакции выделяется 2 моль воды, то суммарное число молей нитрата и нитрита составит $1,42/18/2 = 0,0394$ моль. Таким образом, число молей нитрита $(0,0394-x)$. Тогда для массы смеси верно уравнение:

$$80x + 64 \cdot (0,0394 - x) = 2,814$$

$$x = 0,0183 \text{ (моль)}.$$

Тогда масса нитрата аммония $0,0183 \cdot 80 = 1,45$ г, массовая доля **52%**.
Массовая доля нитрита **48%**.

2,5 балла за верный расчет значений массовых долей

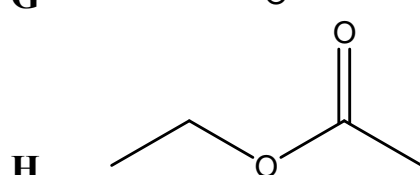
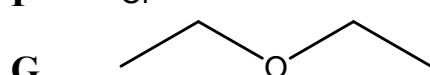
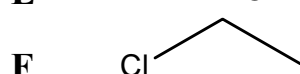
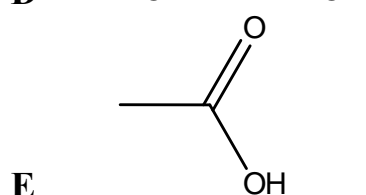
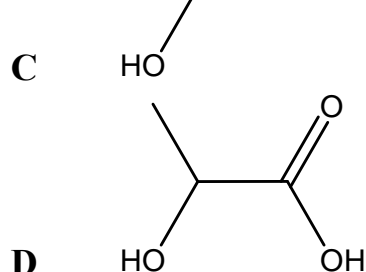
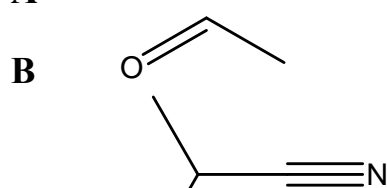
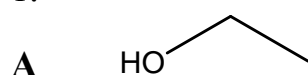
3. Если нитрат аммония целиком разложился до закиси азота, то суммарное количество газов составит 0,0394 моль, $V = 22,4 \cdot 0,0394 = \mathbf{0,88 \text{ л (1 балл)}}$.

Если нитрат аммония целиком разложился до азота и кислорода, то суммарное число молей газов составит $0,0183 \cdot 3/2 + (0,0394 - 0,0183) = 0,0485$ моль, $V = \mathbf{1,1 \text{ л (1,5 балла)}}$.

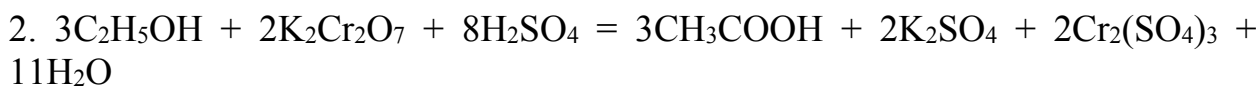
Всего максимум 10 баллов

Задача 2. (Автор – Т.И. Магсумов)

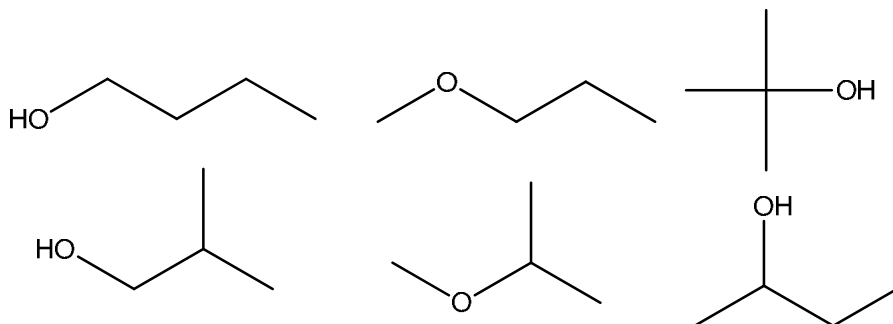
1.



По 0,8 балла за каждую верную структуру, всего максимум 6,4 балла



По 0,5 балла за верные исходные и конечные вещества в каждой реакции, по 0,5 балла за верные коэффициенты, всего максимум 3 балла



По 0,1 балла за каждый изомер, всего максимум 0,6 балла

Всего максимум 10 баллов

Задача 3. (Автор – Т.А. Мухаметзянов)

Поскольку правилами ограничен объем смеси, то наиболее выгодно использовать смесь, имеющую наибольшую энтальпию сгорания на единицу объема. Рассчитаем энтальпию сгорания одного литра каждой из трех смесей.

Смесь 1:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{сз}(1)} &= \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{\text{C}_7\text{H}_8(I)} \cdot \rho_{\text{C}_7\text{H}_8}}{M_{\text{C}_7\text{H}_8}} \cdot \Delta H_{\text{сзC}_7\text{H}_8} + \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{\text{C}_7\text{H}_{16}(I)} \cdot \rho_{\text{C}_7\text{H}_{16}}}{M_{\text{C}_7\text{H}_{16}}} \cdot \Delta H_{\text{сзC}_7\text{H}_{16}} + \\ &+ \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{\text{C}_8\text{H}_{18}(I)} \cdot \rho_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} \cdot \Delta H_{\text{сзC}_8\text{H}_{18}} = \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,3 \cdot 0,8672 / \text{мл}}{92 \text{ г / моль}} \cdot (-3920) + \\ &+ \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,04 \cdot 0,6792 / \text{мл}}{100 \text{ г / моль}} \cdot (-4466) + \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,66 \cdot 0,6922 / \text{мл}}{114 \text{ г / моль}} \cdot (-5075) = -32600 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Смесь 2:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{сз}(2)} &= \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{\text{C}_7\text{H}_8(II)} \cdot \rho_{\text{C}_7\text{H}_8}}{M_{\text{C}_7\text{H}_8}} \cdot \Delta H_{\text{сзC}_7\text{H}_8} + \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{\text{C}_7\text{H}_{16}(II)} \cdot \rho_{\text{C}_7\text{H}_{16}}}{M_{\text{C}_7\text{H}_{16}}} \cdot \Delta H_{\text{сзC}_7\text{H}_{16}} + \\ &+ \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{\text{C}_8\text{H}_{18}(II)} \cdot \rho_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} \cdot \Delta H_{\text{сзC}_8\text{H}_{18}} = \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,6 \cdot 0,8672 / \text{мл}}{92 \text{ г / моль}} \cdot (-3920) + \\ &+ \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,1 \cdot 0,6792 / \text{мл}}{100 \text{ г / моль}} \cdot (-4466) + \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,3 \cdot 0,6922 / \text{мл}}{114 \text{ г / моль}} \cdot (-5075) = -34400 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Смесь 3:

$$\Delta H_{\text{сз}(3)} = \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{C_7H_8(\text{III})} \cdot \rho_{C_7H_8}}{M_{C_7H_8}} \cdot \Delta H_{\text{сз}C_7H_8} + \frac{1000 \text{ мл} \cdot \phi_{C_7H_{16}(\text{III})} \cdot \rho_{C_7H_{16}}}{M_{C_7H_{16}}} \cdot \Delta H_{\text{сз}C_7H_{16}} =$$
$$= \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,6 \cdot 0,872 \text{ г / мл}}{92 \text{ г / моль}} \cdot (-3920) + \frac{1000 \text{ мл} \cdot 0,1 \cdot 0,679 \text{ г / мл}}{100 \text{ г / моль}} \cdot (-4466) = -35950 \text{ кДж}$$

По 1,5 балла за верный расчет теплоты сгорания каждой из смесей, всего максимум 4,5 балла. Расчет может быть проведен для любого объема смесей (например, 150 л, 1 мл).

При сгорании 1 л смеси 3 (1,5 балла) выделяется наибольшее количество теплоты, поэтому ее использование более эффективно.

2. 95 (1 балл).



Всего максимум 10 баллов

Задача 4. (Автор – И.А. Седов)

1. $e = \frac{F}{N_A} = \frac{96485}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл (2 балла, если получено значение или выражение подставлено в конечную формулу).

$m = \frac{M(H)}{1836 N_A} = \frac{1,008 \cdot 10^{-3}}{1836 N_A} = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг (2 балла, если получено значение или выражение подставлено в конечную формулу).

$$E = \frac{me^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (1,60 \cdot 10^{-19})^4}{8 \cdot (6,63 \cdot 10^{-34})^2 \cdot (8,85 \cdot 10^{-12})^2} = 2,17 \cdot 10^{-18} \text{ Дж (4 балла).}$$

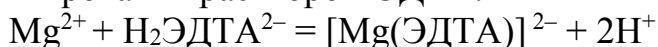
2. $U = \frac{E}{e} = 13,6 \text{ В (2 балла).}$

Всего максимум 10 баллов

Задача 5. (Автор – И.А. Седов)



2. Так как при титровании исследуемого раствора нитратом серебра в реакции будут вступать оба хлорида, начать расчет следует с результатов титрования раствором ЭДТА.



$$v(MgCl_2) = v(Mg^{2+}) = v(\text{ЭДТА}) = 0,0103M \cdot 0,0186\text{ л} = 1,916 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

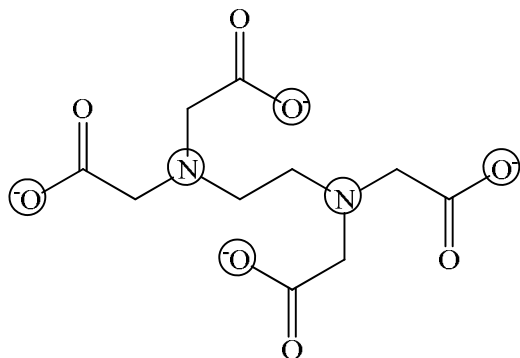
$$c(MgCl_2) = v(MgCl_2) \cdot M(MgCl_2) / V = 1,916 \cdot 10^{-4} \cdot 95,211 / 0,02 = 0,912 \text{ г/л (2,5 балла)}$$

Найдем общее количество нитрата серебра, которое пошло на титрование:

$$v(\text{AgNO}_3) = 0,093 \cdot 0,0232 = 2,158 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

Из этого количества на титрование вдвое меньшего, чем при титровании ЭДТА, количества хлорида магния ушло $2 \cdot 1,916 \cdot 10^{-4} / 2 = 1,916 \cdot 10^{-4}$ моль AgNO_3 . Отсюда $v(\text{NaCl}) = 2,158 \cdot 10^{-3} - 1,916 \cdot 10^{-4} = 1,97 \cdot 10^{-3}$ моль, $c(\text{NaCl}) = 1,97 \cdot 10^{-3} \cdot 58,443 / 0,01 = \mathbf{11,5 \text{ г/л (3 балла)}}$

3.



(Вместо каждого O^- могут быть отмечен карбонильный атом кислорода из той же карбоксильной группы)

(0,5 балла за отметку хотя бы 1 азота, 0,5 балла за отметку хотя бы 1 кислорода, 0,5 балла за отметку ровно 6 атомов, 0,5 балла, если все атомы отмечены верно, всего максимум 2 балла)

4. Более прочен комплекс с ЭДТА **(0,5 балла)**. Окрашенный комплекс с индикатором образует только после того, как весь ЭДТА израсходуется.

Всего максимум 10 баллов