

Республиканская олимпиада по химии – 2022
Казань, 18–19 января 2022 г.
8 класс
1 тур

Задание 1. (Д.Н. Болматенков)
451 градус по Фаренгейту

Для измерения температуры в своё время было предложено большое количество температурных шкал. Одной из них являются градусы Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$), до сих пор применяемые в некоторых странах. За $0\ ^{\circ}\text{F}$ в своей шкале Фаренгейт принял температуру замерзания насыщенного раствора хлорида аммония (NH_4Cl), а за $96\ ^{\circ}\text{F}$ – температуру тела человека, которая тогда определялась с некоторой ошибкой и потому считалась равной $35.6\ ^{\circ}\text{C}$. Температура кипения воды при атмосферном давлении по шкале Фаренгейта равна $212\ ^{\circ}\text{F}$.

1. Запишите уравнение, позволяющее перевести градусы Цельсия в градусы Фаренгейта.
2. Чему равна температура замерзания насыщенного раствора хлорида аммония, выраженная в $^{\circ}\text{C}$?
3. Известный роман Рэя Брэдбери называется «451 градус по Фаренгейту», что соответствует температуре воспламенения бумаги. Чему равна эта температура в $^{\circ}\text{C}$?

Зависимость растворимости хлорида аммония в воде (s , г соли на 100 г воды) от температуры t в $^{\circ}\text{C}$ хорошо описывается линейным уравнением:

$$s = 29.34 + 0.4 \cdot t$$

4. Рассчитайте растворимость и массовую долю хлорида аммония в насыщенном растворе при температуре его замерзания.
5. Какая масса хлорида аммония выпадет в осадок, если приготовить 250 г насыщенного при $25\ ^{\circ}\text{C}$ раствора и охладить его до $0\ ^{\circ}\text{F}$?

Температура замерзания растворов всегда ниже температуры замерзания чистого растворителя. Для водного раствора хлорида аммония связь между температурой замерзания $t_{\text{зам}}$ ($^{\circ}\text{C}$) и концентрацией соли выглядит следующим образом:

$$t_{\text{зам}} = -1.86 \cdot 2 \cdot C_m$$

где C_m – молярная концентрация соли (моль/кг), отражающая отношение количества вещества соли к массе растворителя в кг.

6. Какую температуру ($^{\circ}\text{C}$) замерзания насыщенного раствора хлорида аммония можно спрогнозировать согласно этому уравнению?

Задание 2. (Д.Н. Болматенков)

Детям не игрушка

Первые упоминания о спичках можно встретить в текстах XIII века, однако только с развитием химии как науки спички стали более удобными в эксплуатации и получили широкое распространение.

Механизм зажигания спичек связан с химическими реакциями. Существуют спички, способные загораться при трении о любую поверхность, а не только о спичечный коробок. Это возможно благодаря реакции между соединениями **X** и **Y**.

X – жёлто-зелёные кристаллы, получаемые прямой реакцией двух твёрдых простых веществ **A** и **B**. Известно, что атомные массы элементов, образующих **A** и **B**, отличаются приблизительно на 1 а.е.м., в то время как массы молекул **A** и **B** различаются примерно вдвое.

При сгорании 1.000 г вещества **X** образует твердый продукт **C** массой 1.290 г и газообразный продукт **E**.

Соединение **Y** представляет собой соль, окрашивающую пламя в фиолетовый цвет. При нагревании в присутствии диоксида марганца она теряет 39.17 % массы с образованием вещества **D**.

X и **Y** реагируют в массовом соотношении примерно 1:3. Их взаимодействие приводит к образованию соединений **C** и **D** в твёрдом остатке, а также выделению газа **E**, придающего смеси «спичечный» запах.

1. Определите элементы, которые образуют вещества **A** и **B**. Приведите формулы **A** и **B**.
2. Установите формулы соединений **X** и **Y**. Ответ подтвердите расчётом.
3. Установите формулы продуктов взаимодействия **X** и **Y**.
4. Приведите уравнения всех описанных реакций.
5. Какое из упомянутых в задаче веществ является основным компонентом намазки головок обычных спичек?

Задание 3. (И.А. Седов)

Распространеннейшие элементы

Д.И. Менделеев в своем знаменитом учебнике “Основы общей химии” выделил 14 наиболее распространенных в природе элементов. В приведенной ниже цитате из учебника мы пропустили названия этих элементов (которые были указаны после цифр 1–14).

“Распространеннейшие в природе элементы суть:

1. В воде, в организмах.
2. В организмах, каменных углях, известняках.
3. В воздухе, в организмах.
4. В воздухе, воде, земле. Масса его наибольшая.
5. В обыкновенной (поваренной) соли, во многих камнях.
6. В морской воде, во многих камнях.

7. В камнях, глине.
8. В песке, глине, камнях.
9. В костях, золе растений, почве.
10. В колчеданах, гипсе, морской воде.
11. В обыкновенной (поваренной) соли, в морской воде.
12. В камнях, золе растений, селитре.
13. В известняках, гипсе, в организмах.
14. В почве, железных рудах, в организмах.”

1. Запишите символы элементов 1–14, а также формулы какого-нибудь колчедана и какой-нибудь селитры.

Согласно современным данным, не все элементы из этого списка входят в 14 наиболее распространенных в природе с точки зрения массовой доли в земной коре, а вместо них должны присутствовать другие элементы (уже известные к моменту написания учебника Менделеевым).

Если учитывать только верхний слой земной коры вместе с гидросферой и атмосферой, то в списке появятся элементы 15 и 16. Элемент 15 долгое время не удавалось выделить в чистом виде и найти ему какое-либо применение, однако в 20 веке он нашел множество применений благодаря своей прочности и химической стойкости (не растворяется в большинстве кислот). Одно из соединений элемента 16 было известно с древности как “магнезия женского пола, к которой магнит равнодушен”. Менделеев упоминает “хамелеона”, в состав которого входит этот элемент.

2. Запишите символы элементов 15 и 16, формулы магнезий “женского” и “мужского” пола и “хамелеона”.

Еще два элемента, 17 и 18, появляются в списке, если рассматривать более глубокие слои земной коры. Элемент 17 был получен в чистом виде спустя много десятков лет после открытия. Он способен реагировать при комнатной температуре со множеством веществ, включая воду. За его получение была вручена Нобелевская премия по химии. Элемент 18 является аналогом двух элементов из вышеупомянутого списка (1–14). Он окрашивает пламя в зеленый цвет, а его нерастворимый сульфат используется в качестве белого пигмента.

3. Запишите символы элементов 17 и 18.

Задание 4. (И.А. Седов)

Дежа вю

В природе существует 2 изотопа углерода – ^{12}C и ^{13}C . Атомная масса изотопа ^{12}C в точности равна 12 а.е.м. (атомных единиц массы), а изотопа ^{13}C – 13.003 а.е.м.

1. Определите долю атомов ^{13}C в природном углероде.

2. Напишите фамилию ученого, в честь которого единица массы “а.е.м.” получила второе название.

До 2019 года число Авогадро определялось как число атомов углерода ровно в 12 г чистого изотопа ^{12}C . Масса одного атома этого изотопа была определена с большой точностью и принималась равной $1.992646848 \cdot 10^{-26}$ кг.

3. Чему было равно число Авогадро до 2019 года? Запишите его с максимально возможной точностью, исходя из приведенного значения массы.

В 2019 году число Авогадро было принято равным $6.02214076 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$. Предположим, что мы сначала взяли в точности 1 моль некоторого вещества согласно старому определению и взвесили, а затем взяли в точности 1 моль того же вещества согласно новому определению и опять взвесили. Разница масс составила 1 г.

4. Чему равна молярная масса этого вещества? Попробуйте предположить, что это может быть за вещество?

В природе существует 3 изотопа водорода: ^1H , содержание в природной смеси изотопов 99.989% от общего числа атомов; ^2H , 0.011% от общего числа атомов; ^3H , $3 \cdot 10^{-10}$ % от общего числа атомов.

5. Чему равна атомная масса изотопа ^1H ?

Современные методы исследования позволяют установить формулу вещества на основании данных об его точной молекулярной массе и/или распределении молекул по молекулярным массам, которое связано с содержанием различных изотопов элементов.

6. Было установлено, что вещество, состоящее из углерода и водорода, имеет молярную массу 408.63. Определите его формулу.

Алканы – органические соединения, описываемые общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ с целым значением n , например, CH_4 , C_3H_8 , $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ и т.д.

7. Какая доля молекул C_8H_{18} состоит только из изотопов ^{12}C и ^1H ?

8. Молекулы некоторого алкана, содержащие только атомы ^{12}C , встречаются в 15 раз чаще, чем содержащие ровно один атом ^{13}C . Запишите формулу этого алкана.

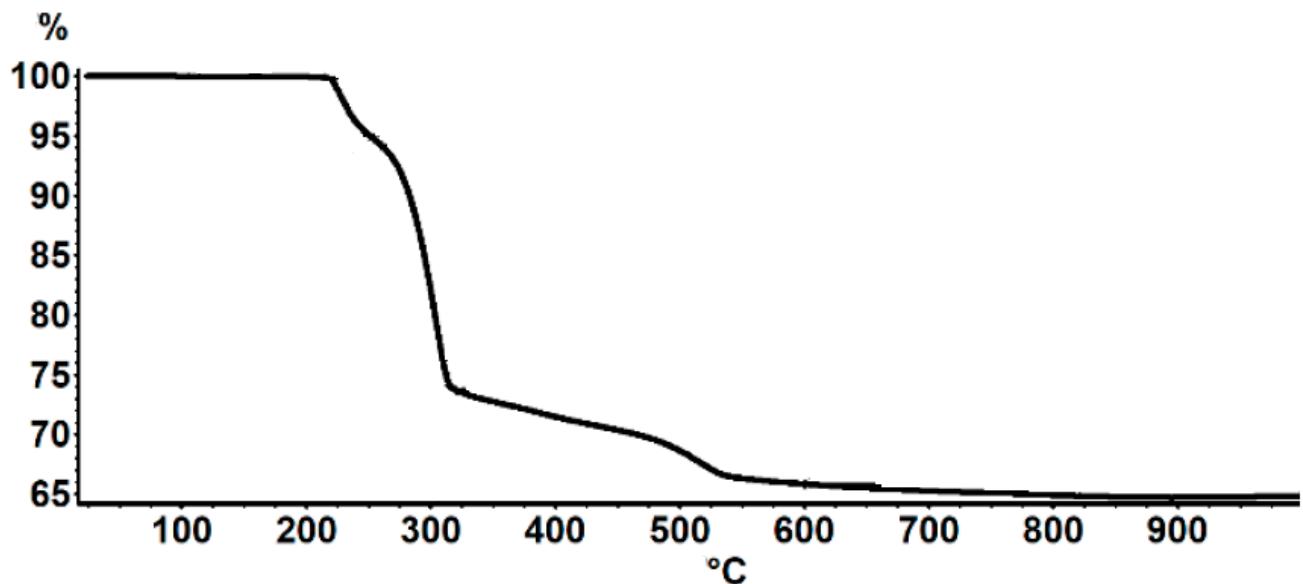
Задание 5. (И.А. Седов)

Соль по вкусу

Какие из элементов 1 и 2 периодов (от Н до Ne) могут входить в состав устойчивых при комнатной температуре солей? Для каждого элемента приведите формулу одной соли или укажите, что таких солей не существует.

2 тур

Задание 6. (И.А. Седов) Гидроксид теряет массу



Перед вами график, отражающий изменение массы гидроксида некоторого металла в ходе нагревания.

1. При какой температуре начинается процесс разложения гидроксида?
2. Определите формулу гидроксида.
3. Предположите, какое соединение может образоваться при нагревании гидроксида до 300 °C.

Задание 7. (Виртуальный эксперимент по задаче 9 класса регионального этапа 2017 года)

Вместо экспериментального тура

Участникам олимпиады из девятого класса на экспериментальном туре была дана следующая задача. В восьми пронумерованных пробирках находятся водные растворы соляной кислоты, иодида калия, сульфата алюминия, сульфата магния, сульфата марганца, нитрата свинца, гидроксида натрия и сульфида натрия. Также имеется некоторое количество пустых пробирок. Необходимо установить содержимое каждой пробирки.

1. Запишите формулы всех упомянутых соединений.

Участник олимпиады попарно смешивал содержимое пробирок и представил свои наблюдения в виде таблицы.

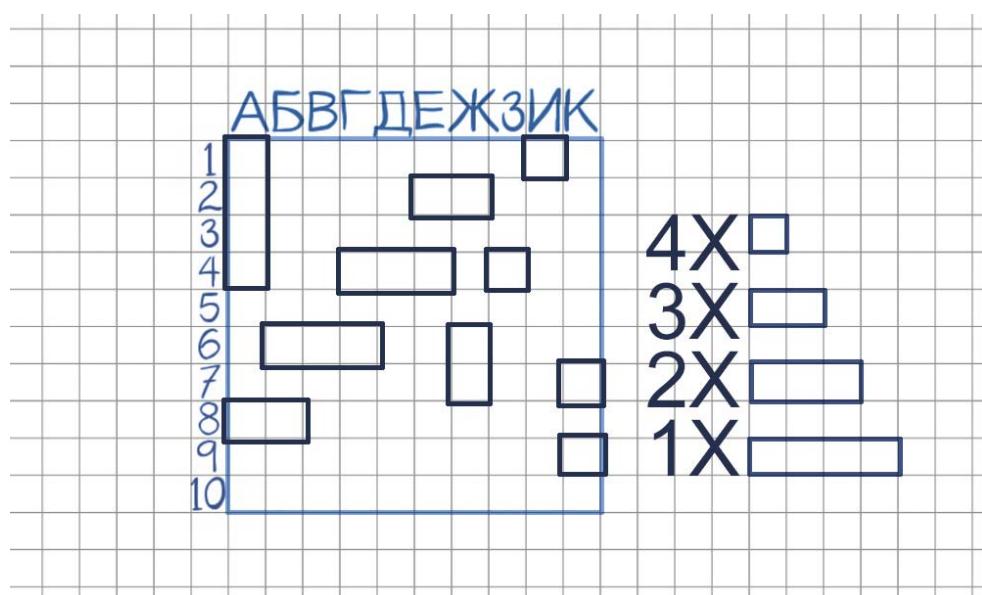
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		—	Белый осадок	Белый осадок	Белый осадок	—	—	—
2			Белый осадок	Белый осадок, газ с резким запахом	Белый осадок, растворимый в избытке 5	—	—	—
3				Черный осадок	Белый осадок, растворимый в избытке 5	Желтый осадок	Белый осадок	Белый осадок
4					—	—	Розоватый осадок	Газ с резким запахом
5						—	Белый осадок, буреет на воздухе	—
6							—	—
7								—
8								

2. Установите содержимое пробирок 1–8.

3. Запишите уравнения всех реакций, протекающих при смешивании содержимого пробирок.

Задание 8. (И.А. Седов, Д.Н. Болматенков)

Периодический бой



Двое вундеркиндлов, Алиса (А) и Боч (Б), во время скучного для них урока химии решили сыграть в морской бой на таблицах Менделеева (точно таких же, что раздали вам). Они разместили на своих таблицах по 4 катера размером в 1 клетку, по 3 эсминца длиной 2 клетки, по 2 крейсера длиной 3 клетки и по одному линкору

длиной 4 клетки. При этом корабли не имели общих сторон друг с другом. Корабли не размещали в расположенных ниже основной таблицы строках с лантаноидами и актиноидами.

Участники игры сообщают друг другу вместо названия элемента массовую долю этого элемента в одном из его соединений с кислородом, выраженную в процентах.

Ниже приводится фрагмент игры, отражающих последовательность шагов, связанных с потоплением флота Алисы.

...Б: 27.3. А: Утопил.

...Б: 84.8. А: Попал. Б: 81.9. А: Попал. Б: 79.3. А: Попал. Б: 76.9. А: Промазал. Б: 85.3. А: Утопил.

...Б: 81.1. А: Попал. Б: 73.4. А: Промазал. Б: 85.7. А: Утопил.

...Б: 5.9. А: Утопил

...Б: 67.2. А: Попал. Б: 0. А: Попал. Б: 0. А: Утопил.

...Б: 80.3. А: Попал. Б: 74.4. А: Попал. Б: 88.8. А: Утопил.

...Б: 80.6. А: Попал. Б: 78.1. А: Промазал. Б: 96.5. А: Утопил.

...Б: 74.2. А: Утопил.

...Б: 81.3. А: Попал. Б: 80.0 А: Промазал. Б: 89.7. А: Утопил.

...Б: 100. А: Утопил.

1. Определите и запишите в ответе элементы, образующие каждый из кораблей Алисы. *Например, катера – Li, K, Mt, In, эсминцы – CN, FNe, CoNi, крейсеры – ScTiV, SeTeRo, линкор – RgCnNhFl.*

2. Запишите формулы всех соединений с кислородом, массовые доли элементов в которых были названы.

Задание 9. (И.А. Седов)

Те же грабли

Приведите формулу устойчивого при комнатной температуре химического соединения, имеющего молярную массу (округленную до целого числа) 2022 г/моль.

Республиканская олимпиада по химии – 2022
Казань, 18–19 января 2022 г.
8 класс
1 тур

Задание 1.

1. Обозначив температуру в градусах Цельсиях С, а температуру в градусах Фаренгейта F, запишем выражение, позволяющее пересчитать С в F:

$$F = a + b \cdot C$$

96 °F соответствует температура 35.6 °C, а 212 °F – температура 100 °C. Тогда получим систему:

$$212 = a + 100b$$

$$96 = a + 35.6b$$

Решением данного уравнения будут значения $b = 1.8$ и $a = 32$.

Тогда **F = 32 + 1.8·C (2 балла)**

2. Если F = 0, то C = -32/1.8 = -17.8.

0 °F соответствует температура **-17.8 °C (1 балл)**

3. Если F = 451, то C = (451-32)/1.8 = 232.8 °C

451 °F соответствует температура **232.8 °C (1 балл)**

4. Рассчитаем растворимость при температуре -17.8 °C, используя данное уравнение:

$$s = 29.34 - 17.8 \cdot 0.4 = 22.22 \text{ (г/100 г воды) (1 балл)}$$

Тогда в 100 г воды растворится 22.22 г, и общая масса раствора будет равна 122.22 г. Массовая доля хлорида аммония в растворе $w = 22.22/122.22 = 0.1818$ или **18.18 % (1 балл)**

5. Проведём сперва аналогичный расчёт растворимости при 25 °C:

$$s = 29.34 + 25 \cdot 0.4 = 39.34 \text{ (г/100 г воды)}$$

Массовая доля хлорида аммония в насыщенном при этой температуре растворе будет равна:

$$w = 39.34/139.34 = 0.2823 \text{ или } 28.23 \%$$

Тогда в 250 г раствора будет содержаться $0.2823 \cdot 250 = 70.575$ г хлорида аммония и $(250-70.575) = 179.425$ г воды.

При -17.8 °C в 100 г воды растворяется 22.22 г соли, а в 179.425 г растворится $22.22 \cdot 179.425/100 = 39.868$ г. В осадок выпадет $70.575 - 39.868 = 30.707$ г соли **(3 балла)**

6. Рассчитаем молярную концентрацию соли. Как следует из определения, это отношение количества вещества соли к массе растворителя в кг. В 100 г, или 0.1 кг воды растворяется 22.22 г соли. Её количество равно $n = 22.22/(14 + 4 + 35.5) = 0.415$ моль.

Тогда моляльность будет равна $C_m = 0.415/0.1 = 4.15$ моль/кг (1 балл)

Рассчитаем температуру замерзания в соответствии с формулой:

$$T_{зам} = -1.86 \cdot 2 \cdot 4.15 = -15.44^\circ\text{C}$$
 (2 балла)

Это значение отличается от реальной величины -17.8°C по ряду причин: приближённому характеру формулы для вычисления температуры замерзания, отклонению растворимости хлорида аммония от линейности вблизи точки замерзания и т.д.

Итого 12 баллов.

Задание 2.

1. Элементы – **фосфор и сера**, простые вещества – **P₄ и S₈**. (4 по 0.5 балла)

2. Вещество имеет формулу P_xS_y . При сгорании образуются оксиды фосфора и серы: $2P_xS_y + (0.5x + 2y)O_2 = xP_2O_5 + 2ySO_2$

C – P₂O₅, E – SO₂. (2 по 0.5 балла)

Количество вещества оксида фосфора равно $1.290/142 = 0.009085$ моль

Тогда количество сульфида равно $0.01817/x$, а его молярная масса равна $1/(0.01817/x) = 55x$. На серу приходится $55x - 31x = 24x$ г/моль. Наименьшее значение x , которому соответствует целое количество атомов серы, будет равно 4. При $x=4$ молекула должна содержать 3 атома серы. Тогда **X – P₄S₃**. 2 балла

P₄S₃ + 8O₂ = 2P₂O₅ + 3SO₂ (1 балл)

3. Y – соль калия. Очевидно, она должна содержать кислород. Предположим, что вещество теряет n атомов кислорода при нагревании. Тогда молярная масса вещества будет равна $16n/0.3917 = 40.85n$. На остаток приходится $24.85n$ г/моль. Решения при $n=1$ нет. При $n = 2$ $M = 49.7$ г/моль, что после вычитания калия даёт 10.7, что может соответствовать бору и даёт вещество KBO₂. Однако это вещество не будет легко терять кислород при нагревании. При $n = 3$ $M = 74.55$, вычитание калия даёт хлор. Вещество **Y – KClO₃** (2 балла). **D – KCl** (0.5 балла).

Уравнение реакции разложения: **2 KClO₃ = 2KCl + 3O₂** (1 балл)

Пусть с Y реагирует 1 моль X, то есть 220 г. Тогда Y будет примерно 660 г, а его количество составит $660/122.5 = 5.4$ моль. Коэффициенты перед Y и X в уравнении реакции должны соотноситься примерно как 5.4 : 1.

В реакции образуется KCl, SO₂ и P₂O₅:

3P₄S₃ + 16KClO₃ = 16KCl + 9SO₂ + 6P₂O₅ (2 балла)

В намазку спичек входит **KClO₃** (0.5 балла)

Итого 12 баллов.

Задание 3.

1.

1. H

2. C

3. N

4. O

5. Na

6. Mg

7. Al

8. Si

9. P

10. S

11. Cl

12. K

13. Ca

14. Fe

По 0,5 балла.

Селитра – если верно написана формула **нитрата щелочных, щелочноземельных металлов или аммония – 0,5 балла**. Любой другой нитрат – **0,25 балла**.

Колчедан – FeS_2 , CuFeS_2 . Остальные варианты проверяйте в интернете, называют ли их колчеданами. **1 балл**. Если указан любой другой **нерасторимый сульфид – 0,5 балла**.

15. Ti

16. Mn

По 0,5 балла.

MnO_2 , Fe_3O_4 , KMnO_4 .

По 0,5 балла.

17. F

18. Ba

По 0,5 балла.

Итого 12 баллов.

Задание 4.

1. Табличное значение атомной массы углерода 12.011 г/моль. Эта величина является усреднённым значением с учётом вкладов двух изотопов:

$12.011 = 13.003 \cdot \chi + 12.000 \cdot (1-\chi)$, где χ – мольная доля 13-го изотопа углерода.

Решением данного уравнение является $\chi = 0.011/1.003 = 0.01097$ или **1.097 % (2 балла)**

2. а.е.м. также называется дальтон в честь **Джона Дальтона. (1 балл)**

3. $N_A = 12/1.992646848 \cdot 10^{-23} = 6.022140858 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ (**1 балл**)

4. Обозначим массу атома вещества m . Масса в первом случае будет равна $6.02214086 \cdot 10^{23} \cdot m$, масса во втором случае - $6.02214076 \cdot 10^{23} \cdot m$, а их разность:

$$\Delta = [6.02214086 - 6.02214076] \cdot 10^{23} \cdot m = 10^{16} \cdot m = 1 \text{ г}$$

Откуда $m = 10^{-16} \text{ г}$

Тогда молярная масса этого вещества (согласно новому определению числа Авогадро) будет равна $10^{-16} \cdot 6.02214076 \cdot 10^{23} = 6.02214076 \cdot 10^7$ г/моль = **60221407.6 г/моль (2 балла)**

Такой большой молярной массой может обладать **ДНК и некоторые особые искусственные полимеры (1 балл).**

5. Молярная масса водорода в таблице – 1.008. Обозначим атомную массу протия за х, дейтерия – за у. Содержанием трития можно пренебречь. Тогда средняя молярная масса будет равна:

$$1.008 = 0.99989x + 0.00011y$$

Решить данную систему без второго уравнения невозможно. Однако можно допустить, что дейтерий тяжелее протия на 1 а.е.м. В реальности разница несколько больше, но с учётом небольшой мольной доли дейтерия в природной смеси на результате это значительно не скажется. Тогда:

$$1.008 = 0.99989x + 0.00011(x + 1) = x + 0.00011$$

Откуда $x = 1.00789$ или **1.008 (1 балл)**

6. Обозначим формулу вещества как C_xH_y . Его точная молярная масса будет равна $12.011x + 1.008y = 408.63$ г/моль.

При этом ясно, что целая часть молярной массы образуется за счёт целых частей атомных масс, а дробная – за счёт дробных. Тогда:

$$12x + 1y = 408$$

$$0.011x + 0.008y = 0.63$$

Решением данной системы будут являться числа $x = 31$ и $y = 36$

Формула вещества **$C_{31}H_{36}$ (2 балла)**

7. Доля 12-го изотопа углерода в природе равна $(1 - 0.01097) = 0.98903$, доля 1-го изотопа водорода – 0.99989. Доля моноизотопных молекул будет равна $0.98903^8 \cdot 0.99989^{18} = 0.914$ (**1 балл**)

$$8. 0.98903^n / (n \cdot 0.98903^{(n-1)} \cdot 0.01097) = 0.98903 / (0.01097n) = 15$$

$$n = 6$$

Алкан имеет формулу **C_6H_{14} (2 балла)**

Итого 13 баллов.

Задание 5.

He, Ne – нет (по 1 баллу), остальные могут. За каждый химически корректный пример по 1 баллу.

Итого 10 баллов.

2 тур

Задание 6

1. Процесс разложения начинается при температуре **220-240 °C** (1 балл)

2. Гидроксиды разлагаются до оксидов:



Потеря массы равна около 35%, что соответствует массе выделившейся воды:

$$18n/(2M + 34n) = 0.35$$

Откуда $M = 8.7n$, что при $n = 3$ приблизительно соответствует алюминию.

Формула **Al(OH)₃** (4 балла)

3. При нагревании до 300 °C потеря массы около 26%. На 1 моль гидроксида алюминия выделяется $(27+51)\cdot0.26 = 20.3$ г/моль газообразного при этой температуре продукта. С учётом грубых округлений это соответствует одной молекуле воды. Тогда:



Итого 8 баллов

Задание 7

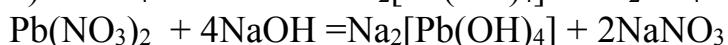
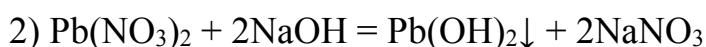
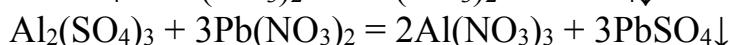
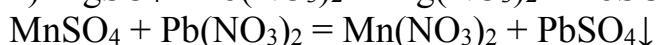
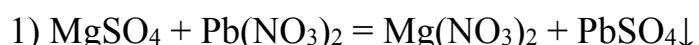
Формула каждого вещества оценивается по **0.5 балла (итого 4 балла)**

1. MgSO₄
2. Al₂(SO₄)₃
3. Pb(NO₃)₂
4. Na₂S
5. NaOH
6. KI
7. MnSO₄
8. HCl

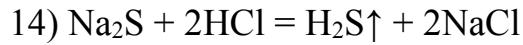
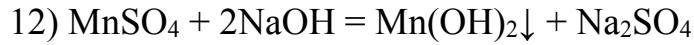
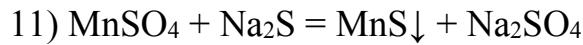
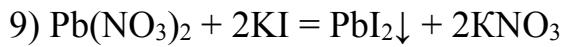
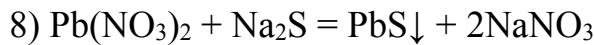
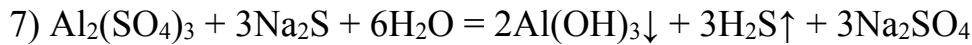
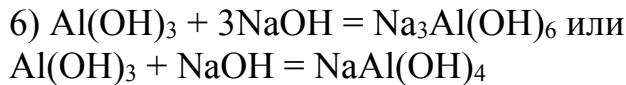
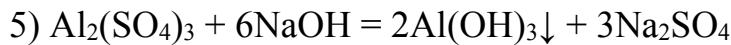
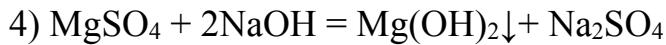
Верные номера веществ по **0.5 балла (итого 4 балла)**.

Уравнения реакций.

(для каждой группы реакций достаточно одного уравнения. Каждая группа оценивается в 0.5 балла – итого до 7 баллов)



Или



Итого 15 баллов

Задание 8

Катера – H, C, O, Na

Эсминцы – RhIr, CsFr, BiPo

Крейсеры – XeKrAr, CuZnGa

Линкор - LaHfTaW

(за каждый только полностью верный корабль по 1 баллу)

Формулы кислородных соединений (или указание на их отсутствие для криптона и аргона) – 24 по 0.5 балла каждая

27.3 – CO₂

84.8 – HfO₂, 81.9 – Ta₂O₅, 79.3 – WO₃, 76.9 – Re₂O₇, 85.3 – La₂O₃

81.1 – Rh₂O₃, 73.4 – Co₃O₄, 85.7 – IrO₂

5.9 – H₂O₂

67.2 – XeO₄, 0 - Kr, 0 - Ar

80.3 – ZnO, 74.4 – Ga₂O₃, 88.8 – Cu₂O

80.6 – Cs₃O₄, 78.1 – RbO₃, 96.5 – Fr₂O

74.2 – Na₂O

81.3 – PoO₃, 80.0 – TeO₂, 89.7 – Bi₂O₃

$100 - O_2/O_3$

Итого 22 балла

Задание 9

Молярной массе 2022 г/моль может соответствовать алкан $C_{144}H_{290}$. (Для столь тяжелых молекул необходимо учитывать дробные части атомных масс!)

Решение с учётом дробных частей а.е.м. – **7 баллов**, без учёта дробных частей – **4 балла**

Итого 7 баллов