

# Контрольная работа Летней школы по химии 2021 год. 8 класс

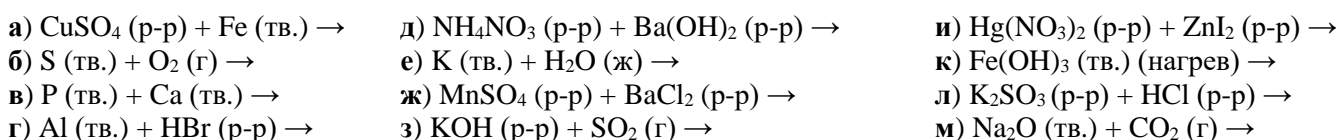
## Задача 1.

Начертите таблицу в тетрадь и заполните недостающие ячейки, приведите символы неизвестных одноатомных частиц  $X_1$ - $X_3$ .

	$^{112}\text{Sn}^{35}\text{Cl}_2$	ядро $^{23}\text{Na}$	$[\text{}^{54}\text{Fe}(\text{}^{12}\text{C}^{14}\text{N})_6]^{4-}$	$X_1$	$[\text{}^{109}\text{Ag}(\text{}^{14}\text{ND}_3)_2]^+$	$X_2$	$X_3$
Число протонов				56		30	14
Число нейтронов				78		34	14
Число электронов				56		28	18

## Задача 2.

1. Напишите уравнения химических реакций а-м.

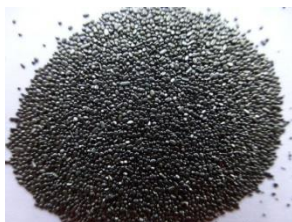


2. Назовите реагенты в уравнениях, записанных под буквами ж, з, и, л, м.

3. Укажите, к какому типу химических реакций относятся уравнения, записанные под буквами г, е, ж, к, м.

4. Укажите, к каким классам химических соединений относятся все продукты реакций, записанных под буквами а, б, в, е, ж, к.

## Задача 3.



Дымный порох, также известный, как чёрный порох – исторически первое взрывчатое вещество, состоящее из трёх компонентов: калиевой селитры, древесного угля (содержание чистого углерода 80 % по массе) и серы. С 1650 г. и до настоящего времени «классический» дымный порох имеет следующий состав (по массе): 75 % нитрата калия, 15 % древесного угля, 10 % серы.

Юный школьник (ЮШ) каким-то чудом смог забраться в школьную химическую лабораторию и найти там желаемые компоненты чёрного пороха.

Используя вышеупомянутый рецепт, ЮШ приготовил навеску 10 г желанного чёрного пороха.

1. Рассчитайте количество атомов (в шт.) кислорода и серы в 10 г приготовленного ЮШ дымного пороха.

2. Массу примесей и массу углерода в древесном угле в 10 г чёрного пороха, если известно, что ЮШ использовал древесный уголь с содержанием углерода 80 % по массе.

Процесс горения дымного пороха приблизительно можно записать в виде следующего химического уравнения:  $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2$  (Реакция 1)

Используя вышеупомянутые данные, для навески дымного пороха массой 10 г, которую приготовил ЮШ, рассчитайте:

3. Какие из компонентов чёрного пороха взяты в избытке в приготовленной смеси? Определите массы непрореагировавших веществ в граммах.

4. Объём газовой смеси при н.у., а также массу соли, которые образуются при полном сжигании 10 г чёрного пороха, приготовленного ЮШ.

ЮШ сжёг приготовленную пороховую смесь массой 10 г, в результате чего ему удалось собрать 2,75 г сульфида калия.

5. Определите выход сульфида калия по реакции 1, ответ укажите в процентах.

6. Определите массу 10%-го раствора соляной кислоты, необходимого для полного протекания реакции с полученным ЮШ сульфидом калия. Напишите уравнение реакции (Реакция 2).

7. Рассчитайте молярную концентрацию хлороводорода в растворе соляной кислоты, взятом для реакции в п. 6, если известно, что плотность 10%-го раствора соляной кислоты составляет 1,05 г/мл.

8. Рассчитайте массовую долю полученной в п. 6 соли в образовавшемся растворе.

9. В какой стране был изобретён чёрный порох?

#### Задача 4.

Вычислите массовую долю карбоната натрия в водных растворах, которые получатся в результате:

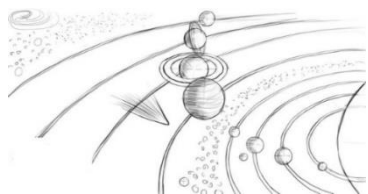
1. Полного поглощения 3,136 л углекислого газа (при н.у.) 100 мл 2,8 М раствора гидроксида натрия (плотность 1,11 г/мл).
2. Смешения 150 г 6%-го раствора карбоната натрия с 300 г 15%-го раствора карбоната натрия.
3. Добавления 37,18 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  к 162,82 г 6%-го раствора карбоната натрия.

#### Задача 5.

Суммарное количество электронов в атомах элементов **A** и **B** равно 43. Количество протонов в ядре атома элемента **B** на 11 больше, чем в ядре атома элемента **A**.

1. Определите элементы **A** и **B**, напишите их символы и названия. Ответ подтвердите расчетом.
2. Для элементов **A** и **B** приведите полную, сокращённую, краткую электронные конфигурации. С помощью квантовых ячеек покажите распределение **валентных** электронов элементов **A** и **B**. Укажите число неспаренных электронов и неподелённых электронных пар на **валентных подуровнях** элементов **A** и **B**.
3. Какие валентности может проявлять элемент **A**? Проиллюстрируйте свой ответ с помощью квантовых ячеек. Приведите молекулярные формулы соединений, образованных элементом **A** и а) водородом б) кислородом. Для каждого соединения укажите валентности и степени окисления всех элементов.

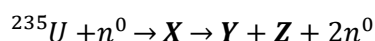
#### Задача 6.



В результате столкновения Венеры с метеоритом из антивещества возникла область, исключительно богатая рудами тяжёлых элементов – Урановая Голконда. Их концентрация столь высока, что в почве самопроизвольно протекают цепные реакции. На Земле же уран является элементом с самым большим порядковым номером в ПСХЭ Менделеева, встречающимся в больших количествах. Для обогащения природного урана, состоящего из смеси изотопов с массами 235 и 238, металлический уран вводят реакцию с фтором (**реакция 1**). При этом получается фторид урана(VI). В таком виде разделяют изотопы урана, а затем фторид урана(VI), содержащий более лёгкий изотоп, вводят в реакцию с магнием, получая в качестве одного из продуктов реакции уже чистый обогащённый уран (**реакция 2**).

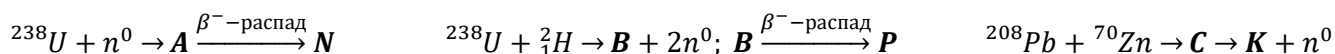
1. Напишите уравнения **реакций 1 и 2**.
2. Рассчитайте мольные доли изотопов урана, если  $A_r(\text{U}) = 237,978$  а.е.м.
3. Какую массу фторида урана(VI), полученного из природного урана по **реакции 1**, нужно взять, чтобы получить 235 г изотопа  $^{235}\text{U}$  по **реакции 2**? Считать, что реакция протекает количественно.

При бомбардировке  $^{235}\text{U}$  нейтронами происходит захват одного нейтрона с образованием ядра **X** (**реакция 3**), которое затем распадается на ядра **Y** и **Z** и 2 нейтрона (**реакция 4**) согласно схеме:



4. Определите **Y** и **Z**, напишите уравнения **реакций 3 и 4**, если известно, что масса ядра **Y** больше на 44 а.е.м, чем у **Z**, а заряд – на 20.

Элементы, находящиеся в таблице Менделеева за ураном, называются **трансурановыми**. Они-то и образуют месторождения в Урановой Голконде. На Земле значимые количества их можно получить только в лаборатории. По приведенным ниже схемам **трансурановые** элементы (**N**, **P** и **K**) были впервые получены.



5. Приведите уравнения (6 шт.) ядерных реакций, приводящих к получению ядер **N**, **P** и **K**.

Человек пока не побывал на других планетах, зато запустил зонды дальнего космоса Voyager и New Horizons и марсоход Curiosity. Источником электроэнергии на них служат радиоизотопные термоэлектрические генераторы, в которых в ходе  $\alpha$ -распада **P** выделяется тепловая энергия.

6. Напишите уравнение  $\alpha$ -распада ядра **P**.
7. Изотоп  $^{237}\text{Np}$  претерпевает несколько последовательных  $\alpha$ - и  $\beta^-$ -распадов до стабильного  $^{205}\text{Tl}$ . Вычислите количество  $\alpha$ - и  $\beta^-$ -распадов.
8. Что объединяет элементы **N**, **P** и **K** с космосом? *Подсказка:* посмотрите на картинку.

## Контрольная работа Летней школы по химии 2021 год. 9 класс

**Задание 1.** Элемент литий в природе представлен двумя изотопами, массовые числа которых отличаются на 1. Каково природное содержание более легкого изотопа лития?

Сколько протонов, нейтронов и электронов входят в состав ядра атома каждого изотопа?

При бомбардировке наиболее распространенного изотопа лития протонами образуются две новые частицы, одна из которых является ядром изотопа гелия-4. Какой будет вторая образовавшаяся частица? Напишите уравнение происходящей ядерной реакции.

**Задание 2.** На валентном уровне атомов некоторых элементов *A* и *B* второго периода Периодической системы элементов им. Д.И. Менделеева в основном состоянии количество электронных пар равно количеству неспаренных электронов.

2.1. Определите эти элементы, назовите их, запишите их полные, сокращенные и краткие электронные конфигурации.

2.2. Покажите графически распределение электронов в пределах валентного уровня, укажите количество электронных пар и неспаренных электронов а) на валентном уровне б) в атоме элемента.

2.3. Какой элемент, *A* или *B*, имеет больший радиус атома? Почему? Для атома с наибольшим радиусом запишите наборы квантовых чисел для всех валентных электронов.

2.4. Составьте молекулярные формулы соединений элементов *A* и *B* с водородом. Напишите уравнения реакций между этими соединениями.

**Задание 3.** Каковы валентные возможности атомов элемента с зарядом ядра, равным 15?

3.1. Запишите полную, сокращенную и краткую электронную конфигурацию элемента в основном и возбужденном (возбужденных) состояниях, отразите распределение электронов в пределах валентного уровня.

Для каждого возможного состояния приведите по одному примеру соединений (молекул или ионов), отвечающих данному валентному состоянию, изобразите структурные формулы и формулы Льюиса этих соединений, назовите их. Укажите валентности и степени окисления каждого атома в этих соединениях.

3.2. Способен ли атом данного элемента к образованию ковалентных связей по донорно-акцепторному механизму? Обоснуйте Ваш ответ, если способен – приведите примеры.

3.3. Какой диапазон степеней окисления может проявлять данный элемент в химических соединениях?

3.4. Приведите символы электронных аналогов данного элемента. Какое общее название носят эти элементы? Будет ли наблюдаться отличие в валентных возможностях первого (самого легкого) элемента данного ряда и элемента №15, почему? Поясните Ваш ответ.

**Задача 4.** Согласно данным статистики в демонстрационных опытах Летней школы СУНЦ НГУ в экспериментах команды “Повелителей Воды” принимали участие  $4,9364 \cdot 10^{26}$  атомов водорода, а в зажигательных опытах команды “Повелителей Огня”  $1,7458 \cdot 10^{26}$  атомов кислорода.

4.1. Напишите уравнения реакций: а) взрыва смеси водорода и кислорода (гремучего газа).

б) каталитического разложения пероксида водорода (“Зубная паста для слона”).

в) термического разложения дихромата аммония (“Вулкан”).

4.2. Какой объем воды могли бы собрать две команды из используемых ими атомов водорода и кислорода, если бы объединили свои усилия? Определите, какие атомы находились в избытке, и найдите, какой объем газообразного простого вещества, измеренный при нормальных условиях, заняли бы эти “избыточные” атомы.

4.3. Какой объем воздуха, измеренный при нормальных условиях, израсходовала команда “Повелителей Огня” на свои зажигательные опыты?

4.4. Согласно требованиям инструкции по пожарной безопасности при работе с открытым огнем необходимо наличие на рабочем месте огнетушащих средств. В соответствии с уравнением Клапейрона-Менделеева для идеального газа  $PV = (m/M)RT$  определите, каким должно быть давление углекислого газа в стальных огнетушителях объемом 5 л при комнатной температуре  $25^\circ\text{C}$ , если заряд огнетушителя составляет 2,6 кг? Указание:  $R = 0,082 \text{ л}\cdot\text{атм}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Как Вы считаете, почему на практике огнетушитель не разрывается от такого давления?

**Задание 5.** Для веществ в указанных агрегатных состояниях:  $N_2$  (ж),  $HF$  (тв.),  $C_2H_4$  (г),  $Cu_3Zn_2$  (тв.),  $NH_4I$  (тв.),  $H_2SO_4$  (ж.) - выполните следующие задания

5.1. Приведите (если возможны) структурные формулы и формулы Льюиса. Для молекул, в структуре которых присутствуют  $\pi$ -связи, укажите количество таких связей.

5.2. Укажите типы химических связей в каждом из веществ, отметив, между какими конкретно частицами такие связи реализуются.

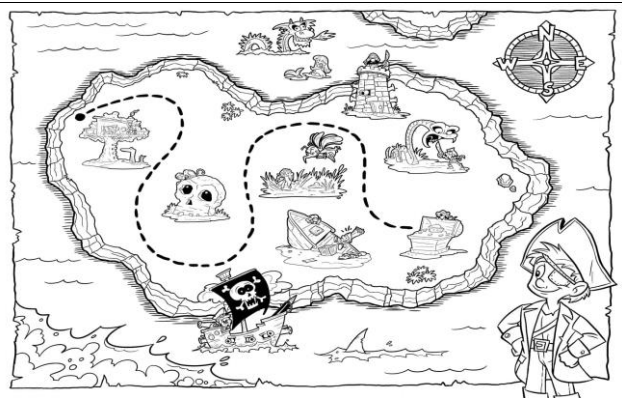
5.3. Среди веществ молекулярного строения найдите то, температура кипения которого при атмосферном давлении окажется наибольшей. Обоснуйте свой выбор.

5.4. Напишите уравнения реакций между сплавом и кислородсодержащим веществом, если последнее взято

а) концентрированным (96%);

б) в форме 10% (разбавленного) водного раствора.

**Задание 6.** Знаменитый пират, капитан Флинт, хорошо знал химию. Время от времени, после особенно удачного похода, капитан Флинт закапывал часть добычи в виде клада. Чтобы запомнить место, где был спрятан клад, капитан Флинт отмечал это место на карте сокровищ. А чтобы запутать невежественных пиратов капитан Флинт использовал сложный шифр в виде электронных конфигураций элементов, которые составляли основную часть зарытого клада. Ниже приведены шифры (1)-(6) с карты капитана Флинта.



(1) $1s^2 2s^2 2p^2$	(4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$	(5) $(1s^2 2s^2 2p^3)_2 + (1s^2 2s^2 2p^4)_2$
(3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$	(6) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$

6.1. Определите вещества, которые спрятаны в каждом из сундуков (напишите формулы веществ и их названия). Есть ли среди спрятанных элементов электронные аналоги? - Если есть, укажите их.

6.2. Расположите найденные элементы-неметаллы в ряд по возрастанию величины электроотрицательности их атомов

6.3. Установите однозначное соответствие между кладами (1)-(6) и их назначением а)-е) по мнению капитана Флинта. Приведите аргументы, почему Вы составили именно такие пары.

а) Для отвода глаз	г) Посуда, утварь, украшения
б) Главная часть сокровищ здесь	д) Яды
в) Здесь спрятано оружие, лучшие клинки, какие удалось сыскать	е) франки, фунты стерлингов, марки, кроны, дублоны, пиастры, реалы, рупии

6.4. После захвата испанского галеона с грузом капитан Флинт желает закопать в виде клада сундук с платиной. Какой шифр запишет капитан Флинт для этого сундука?

6.5. Для каждого сундука (включая новый сундук с платиной) запишите сокращенный шифр - сокращенную и краткую электронную конфигурацию элемента.

**Задание 7.** Приведите примеры молекул

а)  $AX_2$  и  $EX_2$  (A, E, X - атомы некоторых элементов),

б)  $GY_3$  и  $LY_3$  (G, L, Y - атомы некоторых элементов),

одна из которых имеет нулевой, а другая - ненулевой дипольный момент.

Для каждой молекулы укажите название, электронную конфигурацию центрального атома, количество  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей, характер гибридизации центрального атома, направленность электронных облаков гибридизованных орбиталей, геометрическую форму молекулы и примерные значения валентных углов.

## Контрольная работа Летней школы по химии 2021 год. 10 класс

**Задание 1.** Элемент галлий в природе представлен двумя изотопами,  $^{69}\text{Ga}$  и  $^{71}\text{Ga}$ . Каково природное содержание более легкого изотопа галлия?

Радиоактивный изотоп  $^{68}\text{Ga}$  предполагают использовать (МГУ, 2015) для томографии, поскольку он способен к бета-плюс распаду (реакция 1). Напротив, изотоп  $^{70}\text{Ga}$  является чистым бета-минус излучателем (реакция 2).

Напишите уравнение ядерных реакций изотопов галлия.

Укажите состав ядра атома для каждого из образовавшихся нуклидов.

**Задание 2.** На валентном уровне атомов некоторых элементов *A* и *B* третьего периода Периодической системы химических элементов им. Д.И. Менделеева в основном состоянии количество электронных пар равно количеству неспаренных электронов.

2.1. Определите эти элементы, назовите их, запишите их полные, сокращенные и краткие электронные конфигурации.

2.2. Покажите графически распределение электронов в пределах валентного уровня, укажите количество электронных пар и неспаренных электронов а) на валентном уровне б) в атоме элемента.

2.3. Какой элемент имеет больший радиус атома? Почему? Для атома с наибольшим радиусом запишите наборы квантовых чисел для всех валентных электронов.

2.4. Составьте молекулярную формулу соединения, образованного только элементами *A* и *B*, назовите его. Приведите уравнение реакции образования этого соединения из простых веществ при нагревании. Запишите уравнение реакции этого вещества с водой, назовите продукты реакции.

**Задание 3.** Каковы валентные возможности атомов элемента с зарядом ядра, равным 16?

3.1. Запишите полную, сокращенную и краткую электронную конфигурацию элемента в основном и возбужденном (возбужденных) состояниях, отразите распределение электронов в пределах валентного уровня.

Для каждого возможного состояния приведите по одному примеру соединений (молекул или ионов), отвечающих данному валентному состоянию, изобразите структурные формулы и формулы Льюиса этих соединений, назовите их. Укажите валентности и степени окисления каждого атома в этих соединениях.

3.2. Какой диапазон степеней окисления может проявлять данный элемент в химических соединениях?

3.3. Приведите символы электронных аналогов данного элемента. Какое общее название носят эти элементы? Будет ли наблюдаться отличие в валентных возможностях первого (самого легкого) элемента данного ряда и элемента №16, почему? Поясните Ваш ответ.

**Задание 4.** Во время демонстрационных опытов команда “Повелителей Огня” израсходовала на эффективные реакции сжигания 4,64 кг кислорода, а команда “Повелителей Воды” – два углекислотных огнетушителя, общая масса заряда которых 3,3 кг.

4.1 Напишите уравнения реакций горения органического топлива: а) этилового спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; б) уротропина  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$  (сухого горючего). *Указание: бурого газа при горении Вы не наблюдали - считайте, что происходит образование чрезвычайно устойчивого газообразного соединения азота.*

4.2. Вычислите, какое количество молекул кислорода (в штуках) было израсходовано на реакции горения во время Демонстрационных опытов? Какой объем Земного воздуха (в литрах), измеренный при нормальных условиях, содержит такое количество молекул кислорода?

4.3. Какой объем при нормальных условиях займет углекислый газ, выпущенный при работе огнетушителей? Какой объем воздуха, измеренный при нормальных условиях, содержит необходимое количество углекислого газа, если естественное содержание углекислого газа в воздухе Земли в XXI веке достигло 450 ppm (ppm = *part per million*, т.е. одна миллионная часть) по объему?

4.4. В соответствии с уравнением Клапейрона-Менделеева для идеального газа  $PV = (m/M)RT$  определите, каким должно быть давление углекислого газа в стальных огнетушителях объемом 3 л при комнатной температуре  $25^\circ\text{C}$ , если заряд огнетушителя составляет 1,58 кг? *Указание:  $R = 0,082 \text{ л}\cdot\text{атм}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .*

Почему огнетушитель не разрывается от такого давления?

**Задание 5.** Для веществ в указанных агрегатных состояниях:  $\text{HCOOH}$  (ж.),  $\text{PCl}_3$  (ж.),  $\text{C}_2\text{H}_2$  (г.),  $\text{Cu}_3\text{Sn}_8$  (тв.),  $\text{HNO}_3$  (г.),  $\text{C}_6\text{H}_6$  (ж.),  $\text{CO}$  (тв.) - выполните следующие задания

5.1. Приведите (если возможны) структурные формулы и формулы Льюиса. Для молекул, в структуре которых присутствуют  $\pi$ -связи, укажите количество таких связей.

5.2. Укажите типы химических связей в каждом из веществ, отметив, между какими конкретно частицами такие связи реализуются.

5.3. Укажите молекулы, в структуре которых ковалентные связи образованы по двум разным механизмам, назовите эти механизмы. Покажите реализацию этих механизмов посредством квантовых ячеек. Укажите валентности и степени окисления всех атомов в этих молекулах.

5.4. Какая из указанных жидкостей при атмосферном давлении имеет более высокую температуру кипения? Обоснуйте свой выбор.

5.5. Напишите уравнения реакций бронзы  $\text{Cu}_3\text{Sn}_8$  с разбавленной соляной и азотной кислотами.

**Задание 6.** Профессор зельеварения школы чародейства и волшебства «Хогвартс» Северус Снейп зашифровал надписи для отделений в шкафу с ингредиентами зелий. Ключ к шифру - электронные конфигурации химических элементов.

(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$	(4) $1s^2 2s^2 2p^2$
(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^2$	(5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 5d^{10} 4f^{14}$
(3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	(6) $(1s^2 2s^2 2p^3)_2 + (1s^2 2s^2 2p^4)_2$

6.1. Определите вещества, которые зашифрованы профессором (напишите формулы веществ и их названия). Сообразите, есть ли среди спрятанных элементов а) электронные аналоги; б)  $d$ -элементы, – и если есть, укажите их.

6.2. Расположите найденные элементы-неметаллы в ряд по возрастанию величины электроотрицательности их атомов

6.3. Установите однозначное соответствие между веществами (1)-(6) и их назначением а)-е) по мнению профессора зельеварения.

а) Ценная алхимическая сущность - согласно легенде один из компонентов философского камня, очень опасна	г) Стандартный котел, который нужен первокурсникам на уроках зельеварения
б) Кинжал из этого материала отлично подходит для выдавливания сока из дремоносных бобов, весьма дорогая вещь	д) Простое вещество, образованное этим элементом, самовоспламеняется, если не соблюдать меры предосторожности
в) Этот отсек шкафа был предназначен для жаб, но они либо разбежались, либо закончились. Придется взять Вашу жабу, мистер Долгопупс. Правильно приготовленное зелье превратит ее в головастика, а если Вы допустили ошибку ...	е) Этот магический порошок позволит легко изблудить ученика, который попытается залезть в шкаф профессора с ингредиентами

6.4. Профессор раздобыл бром - необычайно зловонное зелье темно-красного цвета. Какой шифр следует указать профессору на отделении с этим зельем?

6.5. Для каждого отделения шкафа (включая отделение с бромом) запишите сокращенный шифр - сокращенную и краткую электронную конфигурацию элемента.

6.6. Напишите уравнения реакций, которые происходят

- При обработке ценной алхимической субстанции (а) концентрированной азотной кислотой;
- При самовоспламенении простого вещества (д);
- При кипячении в стандартном котле (г) крепкого раствора гидроксида натрия.

**Задание 7.** Какие из молекул  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SF}_4$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  обладают ненулевым дипольным моментом (являются полярными), а какие - нет? Для каждой молекулы укажите электронную конфигурацию центрального атома, количество сигма- и  $\pi$ -связей, характер гибридизации центрального атома, направленность электронных облаков гибридизованных орбиталей, геометрическую форму молекулы, примерные значения валентных углов, сделайте вывод о полярности или неполярности молекулы.