



Министерство науки и высшего образования РФ
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Химический институт им. А.М. Бутлерова

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНАЯ ОЛИМПИАДА
КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПО ПРЕДМЕТУ «ХИМИЯ»**

Очный тур

2025-2026 учебный год

Задания для 8 и 9 классов

Казань – 2026

Содержание:

8 класс.....	3
9 класс.....	9

Рекомендации

Максимальный балл за каждую задачу – 25.

При решении расчётных задач используйте численные значения с точностью до четырёх значащих цифр. Особенно это касается относительных **атомных масс**, которые рекомендуется использовать **с точностью до сотых**.

Успехов!

Курамшин Б.К.

Полезные константы и уравнения

$$pV = nRT, R = 8.314 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$$

$$1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 101325 \text{ Па}$$

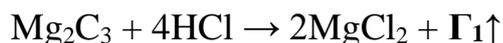
$$N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$$

$$F = 96485 \text{ Кл/моль}$$

8 класс

Задача 1. Пара олимпиадных угадаек

Карбиды – бинарные соединения углерода с металлами. Большинство карбидов легко гидролизуются водой или взаимодействуют с растворами кислот с выделением соответствующих углеводородов (соединений углерода с водородом), например:



1. Рассчитайте объём газа Г_1 , выделившегося при гидролизе из 1.00 г Mg_2C_3 при н.у.

2. Определите формулу и изобразите структурную формулу Г_1 (известно, что все три атома углерода в его молекуле имеют разное окружение).

При реакции 3.2 г карбида **A** с соляной кислотой выделяется 1.202 л газа Г_1 (*реакция 1*) (объём измерен при 293 К, 760 мм рт. ст.). После сжигания полученного газа Г_1 образовалось 3.606 л газа Г_2 (при тех же условиях) (*реакция 2*), представляющего собой типичный продукт сгорания органических веществ.

При реакции 3.2 г карбида **B** с соляной кислотой выделяется 1.202 л газа Г_3 (*реакция 3*) (объём измерен при 293 К, 760 мм рт. ст.). После сжигания полученного газа Г_1 образовалось 2.404 л Г_2 (при тех же условиях) (*реакция 4*), представляющего собой бинарное соединение и типичный продукт сгорания органических веществ.

3. Определите формулы веществ **A**, **B**, Г_2 , Г_3 . Ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения *реакций 1-4*.

4. Изобразите структурные формулы молекул Г_2 , Г_3 .

Алканы – это класс углеводородов с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, где n – натуральное число.

5. При сжигании какого алкана объём продуктов сгорания в газообразном состоянии может оказаться равен объёму исходной стехиометрической смеси алкана с кислородом? Кратко объясните.

6. При поджигании смеси алкана с кислородом (в мольном соотношении 1:10 по количеству вещества) в сосуде постоянного объёма давление после реакции оказалось в 1.182 раз больше начального, а все продукты находились в

газообразном состоянии. Сосуд не содержал исходного алкана. Определите формулу алкана. Кратко подтвердите расчетом.

Многие другие углеводороды можно превратить в алкан, содержащий то же число атомов углерода, взаимодействием с водородом в присутствии катализаторов. В сосуд постоянного объёма при постоянной температуре (начальное давление 760 мм рт. ст., $T = 473$ К) поместили 6 л водорода и 2 л углеводорода C_aH_b . После окончания реакции углеводорода с водородом (т. е. когда в сосуде не осталось исходного углеводорода) в сосуд закачали кислород количеством, в 10 раз большим начального количества углеводорода. После протекания реакции сжигания (т. е. когда в сосуде не осталось взаимодействующих с кислородом веществ и кислорода) в сосуде находились только два продукта реакции, а давление было равно 2660 мм рт. ст (при 473 К).

7. Определите углеводород C_aH_b . Приведите выкладки.

Задача 2. Вы серу любите?

Сера образует несколько аллотропных модификаций, состоящих из различного числа атомов серы в молекуле.

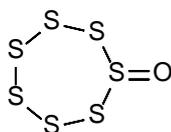
1. Сколько атомов содержится в молекуле серы, встречающейся в природе и стабильной при комнатной температуре и обычном давлении?

При взаимодействии вещества **A** ($w_H = 1.55\%$) количеством 0.001 моль с веществом **B** ($w_{Cl} = 52.51\%$) количеством 0.001 моль образовались только 0.001 моль простого вещества **B**, образованного молекулами из атомов серы, и хлородоводород. При сгорании всего полученного **B** в кислороде образовалось только 134.4 мл газа **Г** (при н.у.).

2. Определите формулы **A**, **B**, **B**, **Г**.

3. Изобразите структурные формулы молекул **A**, **B**, **B**, **Г** (можно без указания геометрической формы).

Молекулы S_7 при окислении специальным реагентом, легко отдающим атом кислорода, образует необычное вещество с формулой S_7O , которое имеет следующее строение.



Потенциально окисление может идти и глубже, положим, с образованием молекул S_7O_2 , S_7O_3 .

4. Изобразите все возможные варианты структур S_7O_2 и S_7O_3 . Учтите, что кислород не встраивается в цикл, а связывается с серой аналогично приведенной структурной формуле S_7O , причем два атома кислорода не связываются с одним и тем же атомом серы.

Аналогично окисление можно провести и для других молекул S_n . Так, для одной из молекул теоретически возможно получение 5 различных молекул S_nO_2 .

5. Чему может быть равно n (два варианта)?

6. Для каждого из двух возможных n определите, сколько различных молекул S_nO_3 теоретически возможно получить при их окислении.

Ещё одна аллотропная модификация серы S_x количеством 150 мкмоль при растворении в горячей концентрированной серной кислоте выделило $3.25 \cdot 10^{21}$ молекул газа Г.

7. Определите формулу S_x , запишите уравнение реакции её взаимодействия с серной кислотой.

Задача 3. Химия и быт

Химические вещества часто применяются в быту. Например, достаточно много неорганических соединений можно найти в домашней аптечке. Спиртовой раствор вещества **A** коричневого цвета, фиолетовый водный раствор соли **B** и 3% водный раствор соединения **C** используют для обработки ран и как антисептические средства. Известно, что молярные массы **A**, **B** и **C** относятся как 7.46 : 4.65 : 1 соответственно.

1. Определите вещества **A**, **B** и **C**.

Для улучшения растворимости **A** в раствор добавляют соль **D**, содержащую элемент, входящий в состав **A**, с массовой долей 76.45%. В ходе реакции **A** с **D** образуется темно-красное вещество **E** (*реакция 1*), содержащее линейный трех-атомный анион. Для приготовления аптечного раствора берут 5.0 г **A**, 2.0 г **D**, 40 г 96% раствора этанола, после чего доводят раствор до 100 мл дистиллированной водой. Плотность 96% раствора этанола $\rho = 0.80$ г/мл, а плотность образовавшегося раствора – 0.94 г/см³.

2. Определите вещества **D**, **E**, напишите уравнение *реакции 1*.

3. Рассчитайте массовую долю **E** в аптечном растворе, а также объём воды и 96% спирта, которые необходимы для приготовления 100 мл аптечного раствора.

Водный раствор резко пахнущего газа **F** помогает привести человека в чувства после обморока, поэтому также встречается в аптечках. Относительная плотность газа **F** по воздуху $D_{\text{возд}} = 0.586$.

Основное вещество ляписных карандашей, соль **G**, используется для прижигания ран и удаления мелких бородавок. Если в раствор, содержащий 8.50 г **G**, добавить избыток хлорида натрия, то выпадет 7.18 г белого творожистого осадка.

Раствор вещества **H** можно купить в аптеке. Он помогает при отравлении тяжёлыми металлами. Соединение **H** представляет собой белые кристаллы, при нагревании 29.76 г которых до 50°C образуется 12 мл раствора с молярной концентрацией 10 моль/л. Известно, что в **H** содержится 51.61% кислорода и 25.81% серы.

4. Определите вещества **F-H**, ответ подтвердите расчетом.

Юный химик Данис решил провести опыты с веществами из аптечки. Реагенты (везде используются растворы веществ) и видимые изменения приведены ниже:

- **A + H** – образование бесцветного раствора (*реакция 2*).
- **D + G** – выпадение желтого осадка **I** (*реакция 3*).
- **I + H** – растворение осадка (*реакция 4*).
- **G + F** – выпадение коричневого осадка (*реакция 5*), растворимого в избытке **F** (*реакция 6*).
- **B + C** – обесцвечивание раствора, выделение бесцветного газа, выпадение коричневого осадка (*реакция 7*); выделение бесцветного газа продолжается, если по окончании реакции добавить **C** к коричневому осадку (*реакция 8*).

В *реакции 4* образуется комплекс с координационным числом 2. Продукты в *реакции 7* – щелочь, газ с плотностью по водороду 16 и оксид с $\omega(\text{O}) = 36.78\%$.

5. Определите вещество **I**. Напишите уравнения *реакций 2-8*.

Задача 4. – Дирижабль? Ага!

Как среди людей, так и среди газов бывают рекордсмены. Одним из таких является гелий. Он является одним из самых легких газов наряду с водородом. Следствием этого является его особенное влияние на голос человека. Это происходит из-за того, что скорость звука, который издает человек при помощи своего голоса, напрямую зависит от среды, в которой распространяется звук: в воздухе это происходит медленнее, в гелии – быстрее. Зависимость скорости распространения звука от среды распространения описывается следующей формулой:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

где γ – адиабатическая постоянная, уникальная для газов похожей структуры, R – универсальная газовая постоянная, T – температура (в К), M – молярная масса (в единицах СИ).

1. Рассчитайте скорость звука при его распространении в гелии и в водороде при температуре 25 °С, если $\gamma_{He} = \frac{5}{3}$, $\gamma_{H_2} = \frac{7}{5}$.

2. В каком соотношении нужно приготовить газовую смесь кислорода и водорода, чтобы скорость звука в ней была такая же, как в гелии при той же температуре? Ответ дайте в мольных долях. Для смеси считайте $\gamma_{смеси} = \frac{7}{5}$.

Низкую плотность газов можно использовать для поднятия грузов и полетов: как на воздушных шариках из гелия (как в известном детском мультфильме), так и на дирижаблях. Несмотря на всю грандиозность идеи использования последних, полеты на них продлились не долго. Преобладающим газовым компонентом в летающих гигантах был водород, так как гелий намного дороже и тяжелее. Однако несмотря на все свои превосходства, водород является легко воспламеняющимся газом, из-за чего случилось несколько масштабных катастроф.

3. Рассчитайте плотность водорода и гелия (в г/л) при давлении $p = 1$ атм и температуре $T = 25$ °С.

4. Если гондола дирижабля "Гинденбург" с пассажирами весит 100 тонн, а дирижабль имеет объем 200 000 м³, полностью занятый водородом, определите подъемную силу данного дирижабля (в меганьютонах, МН). Определите, во сколько раз она была бы меньше, если бы вместо водорода использовался гелий. Примите, что дирижабль плавает по воздуху при температуре 25 °С.

Раз есть самые легкие газы, бывают и самые тяжелые, которые по-иному действуют на наши голосовые связки. Например, двухэлементные газы **A** и **B**

обладают достаточно высокой плотностью. Если вы вдохнете эти газы, они заставят говорить Вас настолько низким тембром, что вы ни за что не узнаете собственного голоса. Эти газы обладают настолько большой плотностью, что в них могут плавать, например, металлические судёнышки. Известно также, что плотность газа **В** по газу **А** равна 2.04, и оба газа являются фторидами, состоящими из октаэдрических молекул.

5. Определите газы **А** и **В**. Какой из них вдыхать безопасно, а какой – нет? Кратко объясните, почему.

6. Предположим, что мы хотим заставить плавать полый кубик из алюминия с ребром 1 м в комнате, заполненной веществом **А** при температуре 273 К и нормальном атмосферном давлении. Какова максимально возможная толщина стенок такого полого кубика из алюминия? Плотность алюминия 2.7 г/см³.

9 класс

Задача 1. Шесть угадаек накрошили...

*Воздуха! Воздуха! Самую малость бы! Самую-самую
Хочешь, уедем куда-нибудь заново, замертво, за море?..
Роберт Рождественский*

Крупнотоннажный продукт химической промышленности – вещество **A**, в настоящее время получают из простых веществ, образованных элементами **X** и **Y** (далее соответствующие простые вещества будут обозначаться теми же буквами, что и эти элементы), под большим давлением и при нагревании. Раньше для синтеза применяли более сложные способы, основанные на гидролизе **C** (*реакция 1*) и **E** (*реакция 2*). **C** (содержит 34.97% **X** по массе) и **E**, в свою очередь, могут быть получены спеканием нерастворимых в воде веществ **B** и **D** (содержит 47.07% кислорода по массе) с коксом в атмосфере **X** (*реакции 3,4*), соответственно.

При низких температурах **A** представляет собой бесцветную жидкость, которая образует синий раствор с металлическим натрием. Внесение в этот раствор платиновой проволоки вызывает интенсивное выделение легкого газа и образование **F** (*реакция 5*).

Практическое применение также имеет реакция **A** с углекислым газом при давлении 200 атмосфер, в результате которой образуется **H** (*реакция 6*) – основной компонент популярного удобрения. Интересно, что в одной из модификаций процесса Рашига из **H** можно получить бесцветную жидкость **I** с неприятным запахом, проявляющую восстановительные свойства (*реакция 7*).

В присутствии платины **A** окисляется кислородом с образованием вещества **J** (*реакция 8*), которое быстро окисляется до **K** (*реакция 9*). Пропускание **K** через раствор щелочи приводит к образованию смеси солей **L** и **M** (*реакция 10*). **L** содержит анион, изоэлектронный и изоструктурный аниону соли **B**. Реакция **F** с **L** позволяет помимо **A** получить неустойчивую соль **G** (*реакция 11*), анион которой изоэлектронен и изоструктурен аниону соли **C**.

Помимо **G**, элемент **X** образует несколько других неустойчивых солей. **N** образуется из **J**, **Y** и распространенной неорганической кислоты при каталитическом восстановлении на палладиевом катализаторе. **N** содержит катионы и анионы в соотношении 2:1, причем катионы изоэлектронны и изоструктурны молекуле метанола, а анионы – ортофосфат-иону. **O** ($\omega(\text{O}) = 30.19\%$) получается

восстановлением **М** в водном растворе амальгамой натрия. **Р** получают нагреванием до 300°C в течение 7 дней смеси **L** и Na₂O.

1. Определите вещества **A-P**.
2. Приведите уравнения *реакций 1-11*.

Задача 2. История повторяется трижды...

После продолжительного отпуска, вернувшись в лабораторию, химик *Sh.* взялся читать последние записи в своем журнале. К своему удивлению, он обнаружил, что описание последних трех экспериментов оказалось очень схожим.

Эксперимент 1.

1.000 г серебристо-белого вещества **X** количественно растворили в азотной кислоте (*реакция 1*) и полученный раствор разделили на две равные части. К первой части, после нейтрализации избытка кислоты и доведения pH до нейтрального, добавили стехиометрическое количество KI, что привело к выпадению 1.112 г желтого осадка (*реакция 2*). При нагревании осадок растворяется, но при дальнейшем охлаждении наблюдается медленное выпадение золотистых кристаллов.

При добавлении по каплям раствора гидроксида калия ко второй части раствора, наблюдается выпадение белого осадка (*реакция 3*), который растворим в избытке щелочи (*реакция 4*).

1. Определите вещество **X**, ответ подтвердите расчетом.
2. Напишите уравнения *реакций 1 – 4*.

Эксперимент 2.

1.000 г серебристо-белого бинарного вещества **Y** количественно растворили в концентрированной азотной кислоте (*реакция 5*), полученный раствор разделили на две равные части. К первой части, после нейтрализации избытка кислоты и доведения pH до нейтрального, добавили стехиометрическое количество KI, что привело к выпадению 1.105 г желто-оранжевого осадка (*реакции 6 и 7*), который частично растворим при добавлении избытка KI с образованием светло-желтого раствора (раствор А) (*реакция 8*) и желтого осадка массой 0.672 г. В щелочной среде добавление аммиака к раствору А приводит к выпадению красно-коричневого осадка.

Ко второй части после нейтрализации избытка кислоты добавили 0.452 г SnCl_2 , в результате чего наблюдали выпадение 0.500 г черного мелкодисперсного осадка (*реакции 9 и 10*). Масса хлорида олова приведена для стехиометрического соотношения.

3. Определите вещество **Y**, ответ подтвердите расчетом.

4. Напишите уравнения *реакций 6 – 10*.

Эксперимент 3.

1.000 г серебристо-белого бинарного вещества **Z** количественно растворили в азотной кислоте (*реакция 11*), полученный раствор разделили на две равные части. К первой части, после нейтрализации избытка кислоты и доведения рН до нейтрального, добавили стехиометрическое количество KI, что привело к выпадению 0.637 г желтого осадка (*реакция 12*).

Вторая часть раствора была исследована с помощью одного из спектральных методов анализа – фотометрии пламени. В полученном спектре были обнаружены характерные полосы фиолетового и зеленого цветов. По результатам экспериментов лаборант определил, что массовая доля одного из элементов в **Z** составляет 21.46%.

Примечание: с веществом **Z** необходимо работать в инертной атмосфере, без доступа воздуха и влаги!

5. Определите вещество **Z**, ответ подтвердите расчетом.

6. Напишите уравнения *реакций 11 - 12*.

7. Предложите структуру аниона **Z**, если известно, что он содержит ось симметрии 5 порядка.

8. Почему с веществом **Z** нужно работать в инертной атмосфере? Приведите уравнение его реакции с водой.

Задача 3.

Взаимодействием простого вещества **A**, простого вещества **B**, растворимого в воде карбоната **B**, органического лиганда **L** в спиртовом растворе при нагревании было получено ионное вещество **X**, не содержащее сольватных молекул. **X** состоит из элементарных ячеек с ребрами $a = 21.930 \text{ \AA}$, $b = 8.475 \text{ \AA}$, $c = 24.041 \text{ \AA}$, причем основание элементарной ячейки – параллелограмм с углом при основании 102.77° (углы вне основания прямые), а каждая элементарная ячейка содержит 4 формульные единицы **X**. Плотность **X** равна 2.161 г/см^3 .

1. Рассчитайте молярную массу **X**. Приведите ваш расчет.

Полное сжигание 1.00 г 30% раствора лиганда **L** в метаноле (CH_3OH) даёт только углекислый газ и воду, причем весь полученный CO_2 при пропускании в раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ даёт 7.00 г белого осадка.

2. Определите массовую долю углерода в лиганде **L**. Приведите ваш расчет.

Раствор карбоната **B** в воде с концентрацией 0.100 М содержит $\approx 3.3\%$ соли (по массе).

3. Определите **B**. Приведите ваш расчет.

Простые вещества **A** и **B** можно окислить в расплаве щелочи (KOH), содержащем хлорат калия. Из **A** образуется соль **A₁**, из **B** – соль **B₁**. Раствор **A₁** имеет щелочную среду и при подкислении соляной кислотой легко реагирует с восстановителями – например, с иодидом калия. Полученный после восстановления раствор содержит кислоту **A₂**. При пропускании в раствор этой кислоты сероводорода образуется осадок бинарного вещества **A₃**. Масса осадка **A₃** при выходе каждой стадии 80% составляет 84.1% от массы исходного **A**.

Раствор соли **B₁** образует белый нерастворимый в серной кислоте и в растворах щелочей осадок **B₂** при реакции с избытком нитрата бария. Масса осадка **B₂**, при условии выхода 80% на стадии получения **B₁** и 100% на последней стадии, в 2.84 раз больше массы исходного **B**.

4. Определите **A**, **B**, **A₁**, **B₁**, **A₂**, **B₂**, **A₃**.

5. Запишите уравнения реакций, описанных в данной части задачи (5 штук).

Известно, что **X** содержит двухзарядные анионы и не содержит карбонат-ионов.

6. Определите формулу **X**. Изобразите структурную формулу катиона и аниона **X**.

Задача 4. Пирите, Шура, пирите!

Одним из наверняка знакомых вам серосодержащих минералов является пирит (FeS_2), используемый для производства серной кислоты. Обжиг пирита приводит к образованию смеси оксидов: газообразного **A** и двух твердых оксидов **B** и **C** (*реакции 1,2*). Молярная масса **C** больше, чем молярная масса **B**.

1. Определите неизвестные вещества, запишите *реакции 1* и *2*.

При обжиге образца пирита массой 350 г выделилось 2025 кДж тепла. В смеси твердых оксидов после окончания реакции отношение массы железа к массе кислорода составило 12:5.

2. Определите массовую долю инертных примесей в образце пирита.
3. Рассчитайте энергию кристаллической решетки пирита.

Справочные данные:

Вещество	$\Delta_f H^\circ$, кДж·моль ⁻¹	Вещество	$\Delta_f H^\circ$, кДж·моль ⁻¹
$A_{(г)}$	-296.90	$B_{(тв)}$	-822.16
$FeS_{2(тв)}$	-174.60	$C_{(тв)}$	-1117.10

Энтальпии сублимации: твердой серы (106 кДж/моль), твердого железа (414 кДж/моль).

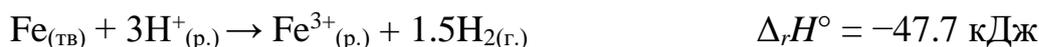
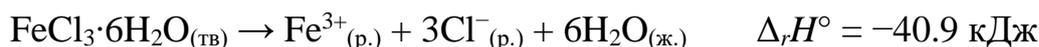
Энергия ионизации $Fe^0 \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$, $I = 2324$ кДж/моль.

Сродство к электрону $S^0 + 2e^- \rightarrow S^{2-}$, $E = -200.2$ кДж/моль.

Энергия связи S-S: $E_{св} = 260.0$ кДж/моль.

Растворение одного из оксидов в соляной кислоте с последующим упариванием раствора приводит к образованию гексагидрата хлорида железа (III).

4. Определите энтальпию образования твердого $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, если известны тепловые эффекты следующих реакций:



5. Рассчитайте третий потенциал ионизации железа (энтальпию превращения Fe^{2+} в Fe^{3+} в газовой фазе), если известно, что энтальпия гидратации ионов Fe^{3+} -3004.7 кДж/моль, энтальпия гидратации H^+ равна -1090 кДж/моль, энергия связи в молекуле H_2 составляет 436 кДж/моль, энергия ионизации атома водорода равна 1312 кДж/моль.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	OH ⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH ₄ ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag ⁺	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	P
Ba ²⁺	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca ²⁺	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg ²⁺	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu ²⁺	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co ²⁺	H	P	P	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg ²⁺	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb ²⁺	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe ²⁺	H	P	P	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe ³⁺	H	P	P	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al ³⁺	H	P	P	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Cr ³⁺	H	P	P	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn ²⁺	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn ²⁺	H	P	P	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо, **M** – малорастворимо (< 0,1 М), **H** – нерастворимо (< 10⁻⁴ М), – – не существует или разлагается водой

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1.008																		2 He 4.0026
2	3 Li 6.941	4 Be 9.0122												5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305												13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956		22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906		40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc 98.906	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	*	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.20	83 Bi 208.98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Nh [284]	114 Fl [289]	115 Mc [288]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]

*	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
**	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.029	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]