

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии  
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра  
2019–2020 учебный год  
9 класс**

**ЗАДАНИЯ и КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

**Инструкция по выполнению заданий**

*Продолжительность 4 часа. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.*

*Желаем удачи*

**Задача 1. Основные понятия и законы химии (20 баллов)**

В сосуде постоянного объёма находится смесь двух неизвестных газов (А) и (В). Плотность неизвестного газа (В) по воздуху составляет 1,1. Неизвестный газ (А) долгое время получали из природного газа. Это негорючий газ, обладает аномальными свойствами: имеет низкую температуру кипения и в жидком состоянии практически лишен вязкости. Он используется в водолазном деле, но имеет очень большую теплоемкость, и водолаз, дыша смесью в состав которой входит неизвестный газ (А), очень быстро замерзает. Молярная масса неизвестного газа в восемь раз меньше молярной массы неизвестного газа (В).

Рассчитайте молярную массу газа (В), определите, какой двухатомный газ имеет такую плотность?

Рассчитайте молярную массу газа (А), определите, какой одноатомный газ имеет такую молярную массу?

Укажите насколько распространен неизвестный газ (А) во Вселенной?

Укажите кто открыл явление, что неизвестных газ (А) в жидком состоянии практически лишен вязкости?

Системы оценивания:

В предположении идеального газа моль любого газа занимает один и тот же объем 22,4 л (следствие из закона Авогадро), поэтому плотности газов оказываются пропорциональными их молярным массам: $D_{\text{воздух}}(B) = \frac{\rho(B)}{\rho_{\text{воздуха}}} = \frac{M(B)}{M_{\text{воздуха}}}$ , где $D_{\text{воздух}}(B)$ — плотность газа (В) по воздуху, а $M(B)$ и $M_{(\text{воздух})}$ - молярные массы газа и воздуха, соответственно	7 баллов
Молярная масса воздуха считается равной 29 г/моль. Следовательно, молярная масса определяемого газа равна: $M(B) = 1,1 \cdot 29 = 32$ г/моль. Используя Периодическую систему элементов, определяем, что двухатомным газом с данной молярной массой может быть только кислород $O_2$ .	5 баллов
$M(A) = \frac{M(B)}{8} = 4$ г/моль, используя Периодическую систему элементов, определяем, что одноатомным газом с данной молярной массой может быть только гелий He	3 балла
Гелий занимает второе место по распространённости во Вселенной после водорода	2 балла
В 1938 году советский физик Пётр Леонидович Капица открыл явление сверхтекучести жидкого гелия	3 балла

**Задача 2. Основные понятия и законы химии (15 баллов)**

Знакомясь с «Основами химии» 1906 года, в которых Дмитрий Иванович Менделеев писал: «... я вовсе не склонен (на основании суровой, но плодотворной дисциплины индуктивных знаний) признавать даже гипотетическую превращаемость элементов друг в друга и не вижу никакой возможности происхождения аргоновых или радиоактивных веществ из урана или обратно». Чуть позже (в 1930 году) английский ученый Эрнест Резерфорд говорил об этом явлении «\_\_\_\_\_ это всего лишь наиболее элегантный эксперимент и элегантность его в том и состоит, что он не имеет никакого практического применения!»

Открытие какого явления не принимал Дмитрий Иванович Менделеев?

Кто из ученых открыл это явление?

Какое практическое применение имеет это явление?

Системы оценивания:

Например, открытие явления радиоактивности переполюшило весь научный мир, поскольку рушило устоявшиеся, казавшиеся незыблемыми представления о неделимости атома. Понять глубину смятения большинства ученых можно, знакомясь с «Основами химии» 1906 года, в которых Дмитрий Иванович	5 баллов (по 2,5 балла за знание высказывания каждого)
--	---

Менделеев писал: «... я вовсе не склонен (на основании суровой, но плодотворной дисциплины индуктивных знаний) признавать даже гипотетическую превращаемость элементов друг в друга и не вижу никакой возможности происхождения аргонных или радиоактивных веществ из урана или обратно». Великий ученый ошибался, видимо, думая, что превращение элементов друг в друга нарушит стройность Периодической системы. Время показало, что это не так	из двух ученых об одном явлении)
1986 год А. Беккерель	5 баллов (по 2,5 балла за знание года и имени ученого открывшего явление)
<p>Явление радиоактивности нашло применение для:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. получение электрической и тепловой энергии;</li> <li>2. в промышленности: гамма-дефектоскопия – контроль целостности различных сварных металлических оболочек (корпусов реакторов, подводных и надводных кораблей, трубопроводов и т. п.), нейтронный картаж; разведка нефти и воды;</li> <li>3. в сельском хозяйстве: предпосевная обработка семян, повышающая урожайность; обеззараживание стоков животноводческих ферм;</li> <li>4. в космонавтике: создание атомных источников энергии спутников, орбитальных комплексов;</li> <li>5. в криминалистике: нанесение специальных меток на предметы хищения, облегчающие их поиск, идентификацию и изобличение преступников;</li> <li>6. в археологии: определение возраста геологических пород – уран-свинцовым методом оценен возраст Земли (около 4,5 млрд. лет);</li> <li>7. в медицине: диагностика заболеваний; лечение онкологических больных; стерилизация медицинских инструментов и материалов.</li> </ol>	5 баллов (по 1 баллу за 1 применение, но не более 5)

### Задача 3. Атомы химических элементов (17 баллов)

Изотопы – атомы одного химического элемента, имеющие одинаковый заряд ядра (равное число протонов), но отличающиеся по массе (из равного количества нейтронов).

#### Вопросы:

Рассчитайте среднюю относительную массу химического элемента, если известно, что молярная доля одного его изотопа со средней относительной массой 14,00307 составляет 99,635%, молярная доля одного его изотопа со средней относительной массой 15,00011 составляет 0,365%?

Определите какой это химический элемент?

Как его получают?

Где применяется определенный элемент, приведите примеры.

Как хранится данный элемент и транспортируется?

#### Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1.	$A_r = \frac{14,00307 \cdot 99,635\% + 15,00011 \cdot 0,365\%}{100\%} = 14,0067$	2 балла
2	Этот элемент – азот	2 балла
3	Получают чистый азот в промышленности наряду с кислородом и другими газами фракционной перегонкой жидкого воздуха. Этот процесс включает три стадии. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На первой стадии из воздуха удаляют частицы пыли, пары воды и углекислый газ.</li> <li>2. Затем воздух сжижают, охлаждая его и сжимая до высоких давлений.</li> <li>3. На третьей стадии фракционной перегонкой жидкого воздуха разделяют азот, кислород и аргон. Первым отгоняется азот, затем кислород</li> </ol>	3 балла
4	Азот применяется при производстве минеральных удобрений. Азот применяется при производстве для синтеза аммиака. Азот применяется при создания инертной атмосферы в лампах, Азот используется в медицине. Жидкий азот применяется для глубокого охлаждения и вымораживания	6 баллов (по 2 балла за 1 применение, но не более трех)
5	Литр жидкого азота, испаряясь и нагреваясь до 20 °С, образует примерно 700 литров газа. По этой причине жидкий азот хранят в специальных сосудах Дьюара с вакуумной изоляцией открытого типа или криогенных ёмкостях под давлением.	2 балла  2 балла

#### Задача 4. Атомы химических элементов (13 баллов)

Напишите и назовите вещества, цепочку превращений с ними и подтверждающие цепочку реакции образования веществ исходя из следующего описания по стадиям:

1. Он основа жизни. Все органические вещества, составляющие основу тканей живых организмов, имеют в своём составе его. У него больше всего аллотропных видоизменений. Он — очень тугоплавкое вещество. Он компонент стали.
2. Он образуется из двух элементов. Он газ, бесцветен и тяжелее воздуха. Замерзает при температуре  $-78.5^{\circ}\text{C}$  с образованием снега. В виде водного раствора он образует нестабильную кислоту. Он «одеяло» Земли.
3. Он – соединение белого цвета, нерастворимое в воде, встречающееся в природе. Он входит в число самых распространенных минералов и составляет 4% коры нашей планеты. Это минеральное вещество, которое сформировалось из останков одноклеточных раковинных животных и водорослей. Украшение и облагораживание поверхностей любого дома с его применением имеет древнесаксонское происхождение. Он существует лишь на Земле и, предположительно, на Марсе. В Шерготти, Индия, упал метеорит, предположительно, с Марса. В состав метеорита входил он, также в нем были обнаружены частицы гипса. Пищевая добавка E170 – это Он.
4. Он образуется из двух элементов. Он газ, бесцветен и тяжелее воздуха. Замерзает при температуре  $-78.5^{\circ}\text{C}$  с образованием снега. В виде водного раствора он образует нестабильную кислоту. Он «одеяло» Земли.
5. Он – соединение белого цвета, нерастворимое в воде, встречающееся в природе. Он входит в число самых распространенных минералов и составляет 4% коры нашей планеты. Это минеральное вещество, которое сформировалось из останков одноклеточных раковинных животных и водорослей. Украшение дома с его применением имеет древнесаксонское происхождение. Он существует лишь на Земле и, предположительно, на Марсе. В Шерготти, Индия, упал метеорит, предположительно, с Марса. В состав метеорита входил он, также в нем были обнаружены частицы гипса. Пищевая добавка E170 – это Он.
6. Он неорганическая соль неорганической кислоты. Соединение сильно гигроскопично, поэтому его хранят без доступа влаги. Он представляет собой бесцветные хорошо растворимые в воде кристаллы. Он - противоморозная добавка. Он уплотняет бетон, используется в качестве удобрения, для приготовления рассола в холодильной технике, в производстве реактивов, стеклопластиков, а также как один из компонентов для производства взрывчатки. При  $500^{\circ}\text{C}$  начинает разлагаться с выделением кислорода и образованием двух оксидов. Он при нормальных условиях негорючая, пожаро- и взрывобезопасна соль.

При написании реакций указывать тип реакции по классификация химических реакций.

#### Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1	$\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1. углерод 2. диоксид углерода 3. карбонат кальция 4. диоксид углерода 5. карбонат кальция 6. нитрат кальция	3 баллов (по 0,5 балла за часть цепочки и название вещества)
2	1) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ реакция соединения	2 балла (по 1 баллу за уравнение и название типа реакции)
3	$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ реакция обмена <i>или</i> $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$ реакция соединения	4 балла (по 1 баллу за уравнение и название типа реакции)
4	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ реакция обмена	2 балла (по 1 баллу за уравнение и название типа реакции)
5	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ реакция обмена	2 балла (по 1 баллу за уравнение и название типа реакции)

#### Задача 5. Металлы (28 балла)

- 1) Руда содержащая его стала виновником аварии, которую потерпело норвежское грузовое судно «Анати́на». Трюмы теплохода, направлявшегося к берегам Японии, были заполнены концентратом этого металла. Внезапно прозвучал сигнал тревоги: судно дало течь. Что произошло, почему разрушился стальной корпус корабля.

- 2) Данный металл с кислородом в зависимости от температуры взаимодействия образует два оксида при 400–500°C – это (А) и при температуре выше 1000°C – это (Б).
- 3) Аналогично он реагирует с серой.
- 4) (А) в обычных условиях представляет собой кристаллы коричнево-черного цвета, разлагающиеся при прокаливании и плавящиеся только под избыточным давлением кислорода. В прокаленном виде химически пассивный. Не реагирует с водой и разбавленными щелочами. Проявляет амфотерные свойства (с преобладанием основных свойств): реагирует с разбавленными кислотами, концентрированными щелочами, оксидами щелочных металлов при высокой температуре.
- 5) (Б) в обычных условиях представляет собой крупные кристаллы темно-красного цвета или мелкие кристаллы желтого цвета, плавящиеся без разложения и разлагающиеся при прокаливании (температура плавления 1240°C). Во влажном состоянии медленно окисляется кислородом воздуха. Не реагирует с водой. Разлагается кислотами и щелочами. Переводится в раствор гидратом аммиака, солями аммония. Восстанавливается водородом, монооксидом углерода, активными металлами.
- 6) Напишите реакции с серой для данного металла и назовите минералы с такими же формулами.

**Система оценивания:**

№	Элементы решения	Баллы
1	Это медь. Медная руда стала виновником аварии, которую потерпело норвежское грузовое судно «Анatina». Трюмы теплохода, направлявшегося к берегам Японии, были заполнены медным концентратом. Внезапно прозвучал сигнал тревоги: судно дало течь. Оказалось, что коварную шутку с моряками сыграл их груз: медь, содержащаяся в концентрате, образовала со стальным корпусом «Анатины» неплохую гальваническую пару, а испарения морской воды послужили электролитом. Возникший гальванический ток разъел обшивку судна до такой степени, что в ней появились пробоины, куда и хлынула океанская вода	2 балла 4 балла
2	при 400–500°C образуется оксид двухвалентной меди: $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ ;	2 балла 2 балла
3	Оксид меди (II) (тенорит)	2 балла
4	при температуре выше 1000°C получается оксид меди (I): $4\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{Cu}_2\text{O}$	2 балла 2 балла
5	Оксид меди (I) (куприт)	2 балла
6	Аналогично реагирует с серой: при 400°C образуется сульфид меди (II): $\text{Cu} + \text{S} = \text{CuS}$ (ковеллит или ковеллин)  при температуры выше 400°C получается сульфид меди (I): $2\text{Cu} + \text{S} = \text{Cu}_2\text{S}$ (халькозин)	Вещество - 2 балла Реакция - 2 балла Название минерала - 1 балл  Вещество - 2 балла Реакция - 2 балла Название минерала - 1 балл

**Задача 6. Свойства неметаллов и их соединений (7 баллов)**

Опыты с неизвестным газом:

- 1) Он образует при взаимодействии с известковой водой осадок, который при дальнейшем действии газа переходит в раствор.
- 2) Зальем водой в химическом стакане негашеную или гашеную известь (защитить глаза!) и бросим кусочек соли кальция в химический стакан с водой. И получим его.
- 3) В природном круговороте веществ он играет решающую роль, на нем основаны многие химические процессы.
- 4) В твердом виде он представляет собой чрезвычайно распространенное охлаждающее средство.
- 5) Крошечные пузырьки газа разрыхляют тесто, благодаря им булочки становятся мягкими.

Назовите вещество в каждом из пунктов.

Напишите формулы негашеной и гашеной извести

**Система оценивания:**

№	Элементы решения	Баллы
1 - 5	Это диоксид углерода	По 1 баллу
	Гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$	По 1 баллу

Негашёная известь CaO
-----------------------

Задание	1	2	3	4	5	6	Итого
Максимальное кол-во баллов	20	15	17	13	28	7	100

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии  
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра  
2019–2020 учебный год  
9 класс**

**ЗАДАНИЯ и КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР**

**Инструкция по выполнению заданий**

*Продолжительность 2 часа. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.*

*Желаем удачи*

**Задача экспериментального тура (50 баллов)**

**Задание.** В выданных вам пронумерованных пробирках находятся растворы нитрата калия, хлорида бария, серной кислоты, сульфата натрия, фенолфталеина, карбоната натрия. Не используя других реактивов, распознайте, в какой пробирке находится каждый из них.

В отчете приведите план определения, наблюдения, молекулярные и ионные уравнения реакций.

Решение представьте в виде таблицы. Напишите уравнения реакций, представленных в вашей таблице.

**Реактивы:** 0,1М растворы указанных солей, по 30-50 мл.

**Оборудование:** штатив с пробирками, пипетки, таблица растворимости.

Система оценивания:

1	<p><b>План работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>В пять пробирок отмериваем объем по 1 мл каждого раствора, кроме первого. Затем в каждую пробирку добавляется первый раствор. Отмечаются признаки протекания реакций.</li> <li>В пять пробирок отмериваем объем по 1 мл каждого раствора, кроме второго. Затем в каждую пробирку добавляется второй раствор. Отмечаются признаки протекания реакций.</li> <li>В пять пробирок отмериваем объем по 1 мл каждого раствора, кроме третьего. Затем в каждую пробирку добавляется третий раствор. Отмечаются признаки протекания реакций.</li> <li>В пять пробирок отмериваем объем по 1 мл каждого раствора, кроме четвертого. Затем в каждую пробирку добавляется четвертый раствор. Отмечаются признаки протекания реакций.</li> <li>В пять пробирок отмериваем объем по 1 мл каждого раствора, кроме пятого. Затем в каждую пробирку добавляется пятый раствор. Отмечаются признаки протекания реакций.</li> <li>В пять пробирок отмериваем объем по 1 мл каждого раствора, кроме шестого. Затем в каждую пробирку добавляется шестой раствор. Отмечаются признаки протекания реакций.</li> <li>Наблюдения записать в форме таблицы</li> <li>Убрать свое рабочее место</li> <li>Окончательно оформить отчет</li> </ol>	<p>Наличие всех пунктов плана</p> <p>5 баллов</p>
2	<p><b>Описание работы:</b></p>	<p>2 балла</p>

	<p>Из выданных веществ только хлорид бария образует осадки с тремя другими веществами. Следовательно, в нашем примере раствор 1 - раствор хлорида бария.</p> <p>Не вступает в реакцию обмена с выданными веществами нитрат калия - раствор б.</p> <p>Не вступает в реакцию обмена с выданными веществами также фенолфталеин (раствор 4), но он изменяет свою окраску на малиновую в растворе карбоната натрия (раствор 5), который имеет щелочную среду вследствие гидролиза.</p> <p>Если концентрация раствора фенолфталеина в спиртовом растворе высока, он может выпадать в осадок при добавлении к водным растворам, имеющим кислую или нейтральную среду!</p> <p>Образует осадок с раствором хлорида бария и взаимодействует еще с карбонатом натрия с выделением газа серная кислота - раствор 2. Только с хлоридом бария взаимодействует сульфат натрия - раствор 3.</p>	<p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>2 балла</p>
3	<p>Молекулярные и ионные уравнения реакций:</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$	<p>2 балла</p>
4	Целенаправленная работа, отсутствие ошибок в обращении с реактивами, ТБ	5 баллов
5	Безошибочное определение всех шести веществ	12 баллов
<b>ИТОГО</b>		<b>50 баллов</b>

Таблица 1

№№	1	2	3	4	5	6	В-во
1	-	бел.ос.	бел.ос.	нет	бел.ос.	нет	BaCl <sub>2</sub>
2	бел.ос.	-	нет	нет	газ	нет	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
3	бел.ос.	нет	-	нет	нет	нет	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
4	нет	нет	нет	-	малин.	нет	ф-ф
5	бел.ос.	газ	нет	малин.	-	нет	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
6	нет	нет	нет	нет	нет	-	KNO <sub>3</sub>