

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии  
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра  
2020–2021 учебный год**

**9 класс**

**ЗАДАНИЯ**

**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. Растворы (25 баллов)**

Тонкую железную пластину массой 100г погрузили в 250 г 2%-ного раствора  $\text{CuSO}_4$ . Через некоторое время ее вынули из раствора, промыли, высушили и взвесили. Её масса стала 102 г. Рассчитайте состав раствора (в процентах по массе) после удаления из него металлической пластины.

Системы оценивания:

Элементы решения	Баллы
Записываем уравнение реакции: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$ $M_{\text{железа}} = 56 \text{ г/моль}$ $M_{\text{меди}} = 64 \text{ г/моль}$	2 балла
Если один атом железа переходит с пластинки в раствор, то на его место из раствора на пластинку выделяется один атом меди. Если в реакцию вступит 1 моль железа, то на пластинке выделится 1 моль меди. Поскольку атомная масса меди больше атомной массы железа и вся медь оседает на пластинке, то в этом случае масса пластинки увеличится. $M_{\text{пластины}} = 100 - 56x = 64x = 102$ $x = 0,25 \text{ моль}$	3 балла
Масса осажденной Fe $56 \cdot 0,25 = 14 \text{ г}$	2 балла
Масса прореагировавшего Cu $64 \cdot 0,25 = 16 \text{ г}$	2 балла
Масса полученного раствора $250 + 14 - 16 = 248 \text{ г}$	3 балла
Масса $\text{CuSO}_4$ в исходном растворе $250 \cdot 0,2 = 50 \text{ г}$	3 балла
Массы $\text{FeSO}_4$ и $\text{CuSO}_4$ $152 \cdot 0,25 = 38 \text{ г}$ $50 - 160 \cdot 0,25 = 10 \text{ г}$	5 баллов

Массовые доли растворенных веществ в полученном растворе	5 баллов
$\frac{38}{248} 100\% = 15,3\%$ $\frac{10}{248} 100\% = 4,0\%$	

### 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 \_\_\_\_\_ 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!»

Вопросы:

1. Назовите открытие
2. Приведите пропущенное слово в высказывании Дмитрия Менделеева
3. Приведите пропущенные слова в высказывании Эрнеста Резерфорда
4. Укажите год и имя ученого, открывшего это явление?
5. Какое практическое применение имеет это явление?

Системы оценивания:

Элементы решения	Баллы
Открытие радиации	2 балла
Понять глубину смятения большинства ученых можно, 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 <b>радиоактивных</b> 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.	2 балла за знание высказывания об этом явлении
Чуть позже (в 1930 году) английский ученый Эрнест Резерфорд говорил об этом явлении «... <b>расщепление атома</b> , это всего лишь наиболее элегантный эксперимент и элегантность его в том и состоит, что он не имеет никакого практического применения!». Это	2 балла за знание высказывания об этом явлении

свидетельствует об общем отношении к радиации, бытовавшем в научной среде – исследователи зачастую относились к невидимым лучам всего лишь как к интересной игрушке.	
1986 год	2 балла за знание года
А. Беккерель	2 балла за знание имени ученого открывшего явление
<p>Явление радиоактивности нашло применение для:</p> <p>получение электрической и тепловой энергии;</p> <p>в промышленности: гамма-дефектоскопия – контроль целостности различных сварных металлических оболочек (корпусов реакторов, подводных и надводных кораблей, трубопроводов и т. п.), нейтронный каротаж; разведка нефти и воды;</p> <p>в сельском хозяйстве: предпосевная обработка семян, повышающая урожайность; обеззараживание стоков животноводческих ферм;</p> <p>в космонавтике: создание атомных источников энергии спутников, орбитальных комплексов;</p> <p>в криминалистике: нанесение специальных меток на предметы хищения, облегчающие их поиск, идентификацию и изобличение преступников;</p> <p>в археологии: определение возраста геологических пород – уран-свинцовым методом оценен возраст Земли (около 4,5 млрд лет);</p> <p>в медицине: диагностика заболеваний; лечение онкологических больных; стерилизация медицинских инструментов и материалов.</p>	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. На первой стадии из воздуха удаляют частицы пыли, пары воды и углекислый газ. Затем воздух сжижают, охлаждая его и сжимая до высоких давлений. На третьей стадии фракционной перегонкой жидкого воздуха разделяют азот, кислород и аргон. Первым отгоняется азот, затем кислород	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. Периодический закон и периодическая система химических элементов (15 баллов)**

Относительная молекулярная масса кислоты, содержащей иод, равна 176. При реакции этой кислоты с сероводородом образуются  $I_2$ , S,  $H_2O$ . В полученной после реакции смеси на 1 моль  $I_2$  приходится 5 моль S. Установите формулу исследованной кислоты.

Система оценивания

№	Элементы решения	Баллы
1	Т.к. при реакции с сероводородом образуется вода, следовательно кислота содержит кислород. Пусть формула кислоты $H_xI_yO_z$ .	2 балла
	$2H_xI_yO_z + (2z-x)H_2S = yI_2 + 2zH_2O + (2z-x)S$	2 балла

2	Весь кислород переходит в $2z$ моль воды. Поэтому необходимы $4z-2x$ моль атомов водорода из $2z$ -х моль $H_2S$ .	2 балла
	Относительная молекулярная масса кислоты равна $M_{H_xI_yO_z} = x + 127y + 16z = 176$	2 балла
3	Очевидно, что $y=1$ , так как при $y > 1 M > 176$ . Следовательно, $x + 16z = 49$ . Формально это уравнение имеет три решения с целыми положительными значениями $x$ и $z$ :	2 балла
	1. $x=1, z=3, HIO_3$ 2. $x=17, z=2, H_{17}IO_2$ 3. $x=33, z=1, H_{33}IO$ Но две последние формулы не имеют смысла.	3 балла (по 1 баллу)
4	Таким образом, $2HIO_3 + 5H_2S = I_2 + 6H_2O + 5S$	2 балла

### Задача 5 (25 баллов)

Элементы решения	Баллы
1. Правильное указание областей расположения: s-металлов, p-металлов, d-металлов в таблице Менделеева Д.И.	5 баллов

																		He
s-Me	s-Me											B						
s-Me	s-Me											p-Me						
s-Me	s-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	p-Me	p-Me					
s-Me	s-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	p-Me	p-Me	p-Me				
s-Me	s-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	d-Me	p-Me	p-Me	p-Me	p-Me			

2. Указание, что значение радиуса элемента T по сравнению с литием возрастает, (T) относится к металлам, свойства металлические по сравнению с литием возрастают, убывают	5 баллов
--	----------

неметаллические, восстановительные возрастают, окислительные убывают с ростом радиуса атома.	
3. Указание, что электронное строение элемента Т: $1S^22S^22P^63S^23P^64S^1$ .	5 баллов
4. Указание, что из элементов U, W, Q – W (Mn) имеет большее количество степеней окисления. $MnF_2$ ( $Mn^{2+}$ ), $Mn_2(SO_4)_3$ ( $Mn^{3+}$ ), $MnS_2$ ( $Mn^{4+}$ ), $MnO_3$ ( $Mn^{6+}$ ), $KMnO_4$ ( $Mn^{7+}$ )	5 баллов  1  По 1 за формулу соединения. Но не более 4 баллов
5. Указание, что из элементов U, W, Q – W (Mn) имеет окрашенные соединения. $MnF_2$ (розовый), $Mn_2(SO_4)_3$ (темно-зеленые), $MnS_2$ (коричнево-красные или черно-коричневые), $MnO_3$ (пурпурно-красных (фиолетовых)), $KMnO_4$ (пурпурные )	5 баллов  1  По 1 за формулу соединения с указанием цвета. Но не более 5 баллов

**Задача 6. Химические уравнения, формулы неорганических соединений (8 баллов)**

Какие из приведенных ниже формул могут соответствовать реально существующим веществам:

1.  $CaMg_3(SiO_3)_4$
2.  $CsHAl_4(SiO_3)_9$
3.  $Li_2Al_2F_2(SiO_3)_2$

Обоснуйте ответ:

- Выскажите предположение и обоснуйте его, могут или не могут эти формулы соответствовать реально существующим химическим соединениям опираясь на известные вам закономерности при составлении формул.

Система оценивания:

№	Элементы решения	Баллы
1	В химическом соединении сумма степеней окисления всех образующих его элементов или сумма зарядов входящих в его состав ионов равна нулю.	2 балла
2	Заряд иона $\text{SiO}_3^{2-}$ равен -2. Элементы, входящие в состав указанных формул, находятся в следующих степенях окисления: $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Cs}^{1+}$ , $\text{H}^{1+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Li}^{1+}$ , $\text{F}^{1-}$	1 балла
3	$\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$ $1 \cdot 2 + 3 \cdot 2 - 4 \cdot 2 = 0$	1 балла
4	$\text{CsHAl}_4(\text{SiO}_3)_9$ $4 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 4 \cdot 3 - 9 \cdot 2 = -1 \neq 0$	1 балла
5	$\text{Li}_2\text{Al}_2\text{F}_2(\text{SiO}_3)_2$ $2 \cdot 1 + 2 \cdot 3 - 2 \cdot 1 - 2 \cdot 2 = 2 \neq 0$	1 балла
6	Из перечисленных формул может соответствовать реально существующим веществам только формула $\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$ .	2 балла

Задание	1	2	3	4	5	6	Итого
Максимальное кол-во баллов	20	15	17	15	25	8	100