

Всероссийская олимпиада школьников 2024/2025 учебный год
Муниципальный этап
Теоретический тур

Химия
7-8 класс

Продолжительность – 180 минут
Максимальный балл – 100

190-летию Дмитрия Ивановича Менделеева посвящается...

Задача 1

В фундаментальном труде «Основы химии», выдержавшем при жизни автора 8 изданий на русском языке и несколько изданий на многих иностранных языках, **Дмитрий Иванович Менделеев** впервые изложил курс неорганической химии на основе периодического закона. Небольшой фрагмент 7-го издания этого курса, вышедший в свет в 1903 г., представлен ниже.

«Медь характеризуется красным цветом, отличающим ее от всех других металлов. Чистая медь, отличаясь большою электропроводностью (применяется для провода токов), мягка и при обыкновенной температуре под ударом молотка плющится, вследствие чего легко дает, при прокатывании в накалинном состоянии между валами, очень тонкие листы [явление 1]. ... Прокаленная сплюснутая медь, а также медь, осажденная гальваническим током [явление 2], имеет, сравнительно большую плотность. При ярком краснокальном жаре около $1\ 050^{\circ}$ медь плавится, но температура ее плавления ниже той температуры, при которой плавятся многие виды чугуна. При высших температурах она превращается в пары, которые сообщают пламени зеленый цвет [явление 3]. Как природная медь, так и медь, охлажденная из расплавленного состояния, кристаллизуется правильными октаэдрами [явление 4]. При обыкновенной температуре медь не окисляется в сухом воздухе, при накаливании покрывается слоем окиси: но даже при самой высокой температуре медь не горит. Накаленная медь на воздухе образует,

смотря по температуре и количеству притекающего воздуха, или красную закись меди [явление 5], или черную окись меди [явление 6]. В обыкновенном воздухе медь, как известно каждому, окисляясь бурее и покрывается зеленым слоем солей, происходящих от действия влажного воздуха, содержащего CO_2 [явление 7].»

Какие из описанных явлений относятся к физическим, а какие – к химическим явлениям?

20 баллов

Задача 2

В 1874 г. **Дмитрий Иванович Менделеев** вывел основное уравнение состояния идеального газа, включающее все частные случаи (уравнение Менделеева – Клапейрона): $pV = nRT$ (1), или $pV = \frac{m}{M}RT$ (2),

где p – давление, Па; V – объем газа, м^3 ; n – количество вещества, моль;

R – молярная газовая постоянная, $R = 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$; T – абсолютная температура, К.

Известно, что плотность оксида углерода равна 1,165 г/л. при давлении 101,325 кПа и температуре 293 К. Определите формулу оксида.

20 баллов

Задача 3

В 1865 г. **Дмитрий Иванович Менделеев** в диссертации «Рассуждение о соединении спирта с водой» заложил основы гидратной теории водных растворов (на примере водно-спиртовых растворов) и объяснил химическую природу их сжатия. Позже был введен термин кристаллогидраты и с 1889 г. началось их систематическое изучение. В настоящее время под кристаллогидратами понимают такие кристаллы, которые содержат молекулы воды (вода называется кристаллизационной), например 1 моль $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержит 1 моль BaCl_2 и 2 моль H_2O . Кристаллогидраты солей образуются (например, при кристаллизации растворенной соли), если в кристаллической

решётке катионы образуют более прочную связь с молекулами воды, чем связь между катионами и анионами в кристалле безводной соли. Всё это нужно учитывать при приготовлении растворов из кристаллогидратов.

Определите массовую долю сульфата меди (II) в растворе в результате растворения 20 г пентагидрата сульфата меди (II) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл воды (плотность воды принять равной 1 г/см^3).

20 баллов

Задача 4

В 1969 г. **Дмитрий Иванович Менделеев** совершил величайшее открытие – открыл фундаментальный закон природы – периодический закон. Применяя закон, он составил периодическую таблицу химических элементов: сначала как «Опыт системы элементов» (1869), затем как «Естественную систему элементов Д.Менделеева» (1871) и еще не раз к ней возвращался, добавляя всё новые элементы. Особенно ждал Д.И.Менделеев открытия тех элементов, которые были им научно предсказаны и с разной степенью подробности описаны. Свойства *экасилиция* (так Д.И.Менделеев назвал этот элемент) были им описаны наиболее полно. И вот, спустя 15 лет, в 1886 г. К. Винклер открыл этот элемент в минерале *аргиродите* и описал его свойства и свойства его важнейших соединений. Характеризуя этот прогноз Д.И. Менделеева, физик М.П. Бронштейн заметил: «Пожалуй, ... Менделеев предвидел в этом элементе всё, кроме его названия». Некоторые из предсказанных и экспериментально определенных свойств этого элемента представлены в таблице.

Предсказано в 1871 г. Д.И. Менделеевым	Найдено в 1886-1887 гг. К.А. Винклером	Современные данные
Химический элемент экасилиций Атомная масса - ... Валентность IV ...	Химический элемент ... Атомная масса - ... Валентность IV ...	Химический элемент ... Относительная атомная масса - ... Степени окисления -4, 0, 2, 4 ...
Простое вещество Удельный вес $5,5 \text{ г/см}^3$ Атомный объем 13	Простое вещество Плотность $5,47 \text{ г/см}^3$ Атомный объем 13,22	Простое вещество Плотность $5,323 \text{ г/см}^3 (20^\circ\text{C})$ Молярный объем $13,64 \text{ см}^3/\text{моль}$

...
Окись экасилиция - ...	Окись ... - ...	Высший оксид ... - ...
Удельный вес 4,7 г/см ³	Плотность 4,703 г/см ³	Плотность 4,703 г/см ³ (18°C)
...

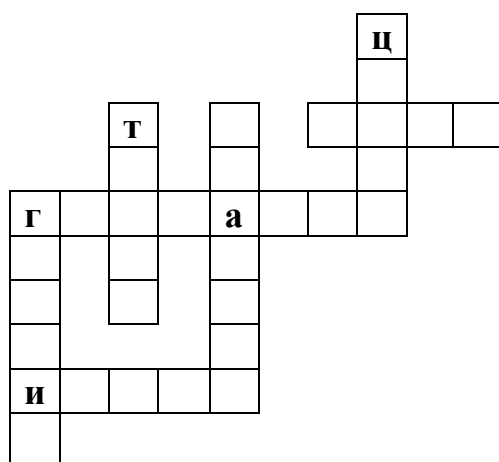
1. Определите современное значение относительной атомной массы этого элемента.
2. Приведите название этого элемента, порядковый (атомный) номер и положение его в Периодической системе химических элементов.
3. Приведите значения атомных масс этого элемента по Д.И. Менделееву и по К. Винклеру.
4. Приведите формулу высшего оксида этого элемента по современным данным. Приведите формулы описанных Д.И. Менделеевым и К.А. Винклером оксидов этого элемента. Приведите рассуждения.
5. Исследования К.А. Винклера привели не только к открытию нового элемента, но и к уточнению химического состава минерала аргиродита, в котором этот элемент был открыт. Согласно К.А. Винклеру, в химическую формулу аргиродита входят три элемента, причем, массовые доли серебра и серы в минерале составляют 76,5% и 17,1%, соответственно. Выведите химическую формулу аргиродита.

20 баллов

Задача 5

В 1871 г. **Дмитрий Иванович Менделеев** опубликовал первый вариант периодической таблицы «Естественная система элементов Д. Менделеева». В этой таблице Д.И. Менделеев привел атомные массы известных на тот момент элементов, причем атомные массы нескольких элементов изменил в соответствии с требованиями периодического закона. Более того, используя прогнозирующую роль периодического закона, Д.И. Менделеев не только научно предсказал существование ряда еще неизвестных науке элементов, но и указал в таблице их атомные массы. Большинство прогнозов Д.И.Менделеева нашли своё подтверждение.

Кроссворд содержит семь химических элементов, которые представляют «реальные доказательства правильности и общности периодического закона».



В кроссворде не указаны номера зашифрованных названий элементов, зато «открыты» некоторые буквы.

1. Элемент, названный в 1789 г. в честь седьмой планеты Солнечной системы, был получен в металлическом состоянии в 1841 г., с тех пор его атомную массу считали равной 120;

Д.И. Менделеев удвоил это значение и привел полученную атомную массу в своей таблице. **2.** Элемент, открытый в 1886 г. К. Винклером и названный им в честь своей родины, был научно предсказан и описан Д.И. Менделеевым под названием «экасилиций»; в периодической таблице 1871 г. этот элемент приведен с атомной массой 72. **3.** Элемент, обнаруженной в 1863 г. и названный по ярко-синей (цвета индиго) линии в спектре, был получен в металлическом состоянии в 1867 г., с тех пор его атомную массу считали равной 75,6; Д.И. Менделеев увеличил в 1,5 раза это значение и привел полученную атомную массу в своей таблице. **4.** Элемент, открытый в 1875 г. П. Лекоком де Буабодраном и названный им в честь своей родины (по латинскому названию территории, заселенной в древности кельтскими племенами галлов), был научно предсказан и описан Д.И. Менделеевым под названием «экаалюминий»; в периодической таблице 1871 г. этот элемент приведен с атомной массой 68. **5.** Элемент, названный в честь бога грома и молний в скандинавской мифологии, был обнаружен в 1828 г., с тех пор его атомную массу считали равной 116; Д.И. Менделеев удвоил это значение и привел полученную атомную массу в своей таблице. **6.** Элемент, открытый в 1879 г. Л. Нильсоном и названный им в честь полуострова на севере Европы (по его латинскому названию), был научно предсказан и описан Д.И. Менделеевым под названием «экабор»; в периодической таблице 1871 г. этот элемент приведен с атомной массой 44.

7. Элемент, названный в 1803 г. в честь карликовой планеты Солнечной системы, был получен в металлическом состоянии в 1839 г., с тех пор его атомную массу считали равной 92; Д.И. Менделеев увеличил это значение до 140 и привел полученную атомную массу в своей таблице.

Задания:

1. Впишите названия всех упомянутых химических элементов в сетку кроссворда.

2. Приведите названия этих элементов с указанием значений их атомных масс и порядковых номеров в периодической таблице химических элементов.

3. Укажите положение каждого приведенного элемента в периодической таблице химических элементов (его группу и период).

20 баллов