

Национальный институт образования

Компетентностный подход

ХИМИЯ

11

класс

Дидактические и диагностические материалы (базовый и повышенный уровни)

Пособие для учителей учреждений общего среднего образования
с белорусским и русским языками обучения

Под редакцией Е. Я. Аршанского

*Рекомендовано Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь*

М о з ы р ь
«Выснова»
2 0 2 1

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

СТРОЕНИЕ АТОМА И ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН

1. Готовясь к лекциям в Петербургском университете и собирая материал для своего учебника «Основы химии», Д. И. Менделеев раздумывал над тем, как систематизировать материал, чтобы сведения о химических свойствах элементов не выглядели набором разрозненных фактов.

Попытки систематизировать элементы по разным признакам предпринимались и ранее. В 1829 г. Доберейнер опубликовал таблицу из «триад» элементов (Li, Na, K; Cl, Br, I и т. д.), сходных по своим химическим свойствам. В 1864 г. Дж. Ньюлендс расположил все известные элементы в порядке возрастания их атомного веса и заметил, что примерно каждый восьмой элемент является своего рода повторением первого (закон октав). Однако эти попытки не увенчались успехом.

Из приведенных ниже фактов выберите тот, который определил принципиальную новизну идеи Д. И. Менделеева и открытие им периодического закона в 1869 г.:

- 1) строение атома не изучено;
- 2) свойства элементов связаны с их атомным весом;
- 3) существуют еще не открытые элементы;
- 4) некоторые элементы имеют сходные химические свойства.

Поясните свой ответ. Приведите примеры.

2. С открытием строения атома стало известно, что атомная масса сосредоточена в ядре атома, которое состоит из протонов и нейтронов. С увеличением числа протонов, определяющих заряд ядра, растет и число нейтронов в ядрах, а значит, и масса атомов элементов.

Сделайте вывод о том, противоречит ли формулировка периодического закона Д. И. Менделеева 1869 года современной трактовке закона. Для чего понадобилось ее уточнять?

3. Объясните, почему *s*-элементы имеют валентность, равную номеру группы в любой форме таблицы периодической системы химических элементов.

4. Как изменяются восстановительные свойства элементов в ряду Li – Na – K – Rb – Cs? Вспомните, что происходит, если

опустить в воду кусочек натрия? Почему аналогичный опыт с кусочком цезия лучше проводить не в лаборатории, а на военном полигоне?

5. Составьте электронно-графическую схему атома химического элемента, если известно, что:

- он расположен в третьем периоде периодической системы химических элементов;
- простое вещество, которое он образует, имеет металлический блеск;
- это *p*-элемент;
- его гидроксид проявляет амфотерные свойства.

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

1. Углерод — удивительный элемент! Он основа органической жизни на Земле. Углерод образует много аллотропных модификаций. Роль углерода в промышленности и производстве трудно переоценить — от самого твердого камня до порошка, от максимальной электропроводности до непроводящих материалов.

Одним из соединений углерода является углекислый газ. В повседневной практике углекислый газ используется достаточно широко. Например, газированная вода с добавками ароматных эссенций — прекрасный освежающий напиток. В пищевой промышленности диоксид углерода используется и как консервант — он обозначается на упаковке под кодом E290, а также в качестве разрыхлителя теста.

Составьте структурную формулу углекислого газа и охарактеризуйте тип химической связи в молекуле.

2. Хлор применяют во многих отраслях промышленности, науки и бытовых нужд. Его используют для производства хлорорганических инсектицидов — веществ, убивающих вредных для посевов насекомых, но безопасных для растений. На получение средств защиты растений расходуется значительная часть производимого хлора. Один из самых важных инсектицидов — гексахлорциклогексан (часто называемый гексахлораном). Это вещество впервые синтезировано еще в 1825 г. Фарадеем, но практическое применение нашло только через сто с лишним лет — в 30-х годах XX столетия.

Укажите, чему равна высшая и низшая степени окисления хлора. Почему?

3. При взаимодействии аммиака с кислотами получают соли аммония, которые имеют широкое применение на практике. Сульфат аммония, нитрат аммония, дигидрофосфат аммония используются в качестве минерального удобрения. Гидрокарбонат аммония и карбонат аммония — в пищевой промышленности при производстве мучных кондитерских изделий в качестве химического разрыхлителя, при крашении тканей, в производстве витаминов, в медицине. Хлорид аммония — в гальванических элементах (сухих батареях), при пайке и лужении, в текстильной промышленности, как удобрение, в ветеринарии.

З а д а н и я:

1. Составьте формулы всех названных солей, подчеркните ион аммония и укажите его заряд.
2. Какой атом является донором, а какой — акцептором при взаимодействии аммиака с хлороводородом.

4. Многие природные вещества активно используются человеком в промышленности, фармацевтике и косметологии. Одним из таких веществ является карбонат кальция.

Карбонат кальция большей частью добывается человеком из разного рода полезных ископаемых, после чего активно применяется в промышленности. Так, после очистки от посторонних примесей это вещество активно используют при создании бумаги, продуктов питания, пластмассы, красок и резины. Ему нашлось место и при получении продуктов бытовой химии, а также в строительстве.

Карбонат кальция достаточно активно применяется при производстве продукции личной гигиены (к примеру, его добавляют в зубную пасту), а также в медицинской промышленности. При изготовлении пищи он обычно играет роль антислеживающего агента.

З а д а н и я:

1. Какой тип кристаллической структуры характерен для карбоната кальция?
2. Какими свойствами характеризуются вещества, имеющие такую кристаллическую структуру?

5. Водород вместе с азотом, кислородом и углеродом входит в группу так называемых элементов-органогенов. Именно из этих элементов в основном и состоит организм человека. Доля водорода в нем по массе достигает 10%, а по числу атомов — 50% (каждый второй атом в организме — водород). Водород, как отдельный

элемент, не обладает биологической ценностью. Для организма важны соединения, в состав которых он входит, а именно вода, белки, жиры, углеводы, витамины и т. д. Немаловажной функцией водорода также является его способность образовывать водородные связи, которые формируют в пространстве активные формы белков и двухцепочечную структуру ДНК.

З а д а н и я:

1. Дайте характеристику водородной связи.
2. Между молекулами каких веществ может образоваться водородная связь:
 - а) водород и вода;
 - б) аммиак и вода;
 - в) фтороводород и кислород;
 - г) фтороводород и метанол?

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

1. Химические реакции являются частью нашей повседневной жизни. Приготовление пищи на кухне, вождение автомобиля — эти реакции являются обычным явлением. Образование налета на металлах тоже является химической реакцией. Зеленый налет (патина) на поверхности изделий из меди и бронзы образуется со временем под воздействием атмосферного кислорода и влажности. Полученный в итоге основной карбонат меди встречается и в природе — в виде минерала малахита.

З а д а н и е.

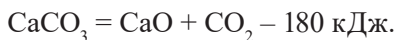
Охарактеризуйте химическую реакцию, происходящую на поверхности меди:



2. Практически все реакции протекают с выделением или поглощением теплоты. Тепловые эффекты химических реакций необходимы для многих технических расчетов. Они находят обширное применение во многих отраслях промышленности, а также в военных разработках.

З а д а н и е.

Дано термохимическое уравнение разложения карбоната кальция:



Рассчитайте объем (н. у.) углекислого газа, если поглотилось 576 кДж теплоты.

3. Некоторые химические реакции протекают так быстро, что за ними не уследишь. Вот мы зажигаем спичку и мгновенно появляется пламя. Химическая реакция заняла доли секунды. А превращение древесины доисторических исполинских деревьев в каменный уголь (это тоже химическая реакция) длилось миллионы лет.

З а д а н и я:

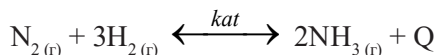
1. Перечислите факторы, влияющие на скорость химической реакции.
2. Рассчитайте скорость (моль/(дм³ · с)) химической реакции, протекающей по уравнению реакции $A + 2B = C$, если начальная молярная концентрация вещества А равна 0,5 моль/дм³, а через 15 секунд она стала равна 0,2 моль/дм³.

4. Аммиак и соли аммония широко применяются на практике. Водные растворы аммиака применяются в химических лабораториях и производствах как слабое легко летучее основание, их используют также в медицине и домашнем обиходе. Но большая часть получаемого в настоящее время в промышленности аммиака идет на приготовление азотной кислоты и искусственных азотных удобрений.

Промышленный способ получения аммиака основан на прямом взаимодействии водорода и азота.

З а д а н и е.

Укажите, как сместится химическое равновесие процесса:

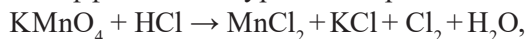


при увеличении температуры.

5. Окислительно-восстановительные реакции сопровождают многие процессы, осуществляемые в промышленности и в различных сферах быта: горение газа в газовой плите, приготовление пищи, стирка, чистка предметов домашнего обихода, изготовление обуви, парфюмерных, текстильных изделий и др. Дезинфицирующее действие перманганата калия тоже основано на его окислительных свойствах.

З а д а н и е.

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



используя метод электронного баланса.

РАСТВОРЫ

1. Для лечения «пониженной» кислотности желудочного сока больные принимают внутрь (часто вместе с пепсином — одним из пищеварительных ферментов) разбавленную соляную кислоту с массовой долей HCl 0,03 (8%). Определите, какой объем хлороводорода и какую массу воды необходимо взять для приготовления 1000 г такого раствора.

2. Пищевая сода (NaHCO_3) входит в состав многих кулинарных рецептов, а также используется для полоскания горла в виде 2 %-го раствора. Рассчитайте объем оксида углерода(IV) (н. у.), который может выделиться при реакции гидрокарбоната натрия массой 5 г с избытком соляной кислоты. Сколько граммов соды нужно растворить в стакане воды (200 см^3), чтобы приготовить раствор для полоскания горла?

3. При соприкосновении с крапивой и «укусах» муравьев на коже возникает раздражение в результате действия муравьиной кислоты. Какая масса муравьиной кислоты может быть нейтрализована при помощи 10 см^3 2 %-го раствора NaHCO_3 , плотность которого равна $1,013 \text{ г/см}^3$.

4. Нашатырный спирт — это водный раствор аммиака ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). В аптеке для получения нашатырного спирта в 300 г воды растворили 112 дм^3 аммиака (н. у.). Вычислите массовую долю аммиака (в %) в полученном растворе.

5. Раствор хлорида кальция применяется в медицине в качестве кровоостанавливающего и противоаллергического средства. Определите массу катионов кальция, поступающих в организм при приеме внутрь столовой ложки раствора (15 см^3), содержащего в 100 см^3 раствора ($\rho = 1,083 \text{ г/см}^3$) 5 г гексагидрата хлорида кальция ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

6. В 1630 г. немецкий химик Глаубер изучал состав воды минерального источника вблизи Нойштадта и получил кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Это вещество получило название «глауберова соль». Оно обладает сильным слабительным свойством, а также применяется в стекловарении и других областях промышленности. Рассчитайте массу «глауберовой соли», которую необходимо добавить к 100 г 10 %-го раствора Na_2SO_4 , чтобы массовая доля растворенного вещества возросла вдвое.

7. Самый дешевый щелочной реагент для нейтрализации кислотных промышленных стоков — гашеная известь (гидроксид кальция). Используют как суспензию гидроксида кальция (известковое молоко), так и прозрачный раствор (известковую воду). Рассчитайте, какой будет реакция среды раствора, полученного в результате смешивания соляной кислоты массой 130 г с массовой долей HCl 3 % (0,03) и раствора гидроксида кальция массой 140 г с массовой долей Ca(OH)_2 5 % (0,05).

НЕМЕТАЛЛЫ

1. Иод был открыт в 1811 г. французским химиком Б. Куртуа. Для очистки иода от примесей методом возгонки (переход вещества при нагревании из твердого в газообразное состояние, минуя жидкое) для связывания примесей брома добавляют иодид калия. Найдите массовую долю брома, содержащегося в 100 г технического иода, если в процессе очистки его потребовался иодид калия массой 16,6 г.

2. «Горькая» или «английская соль» впервые была выделена английским ученым Н. Грю из воды минерального источника в пригороде Лондона Эпсом. Эта соль применяется в медицине при заболеваниях нервной системы, для снижения артериального давления, а также как слабительное средство. Определите состав «английской соли», если известно, что массовые доли элементов в ней следующие:

9,86% — Mg; 13,01% — S; 71,40% — O; 5,73% — H.

3. Атмосферные загрязнения постепенно уничтожают защитный озоновый слой Земли. В реакциях разложения озона участвуют многие оксиды азота. При взаимодействии оксида азота(II) с озоном образуются кислород и оксид азота(IV). Рассчитайте скорость реакции, если через 25 с после начала реакции молярная концентрация озона равна 0,8 моль/дм³, а через 55 с (от начала реакции) стала равна 0,02 моль/дм³.

4. Фосфор необходим растениям для синтеза белков клеточных ядер — нуклеопротеидов, а также многих других биологически активных органических соединений. Фосфор вносят в почву в виде фосфорных удобрений, например, суперфосфатов. Какую массу серной кислоты с массовой долей H_2SO_4 0,96 (96 %) следует взять для получения простого суперфосфата массой 1 т?

5. Азотные удобрения повышают кормовую и пищевую ценность продукции. Для нечерноземных почв наиболее быстродействующими и эффективными являются натриевая (NaNO_3) и кальциевая ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) селитры. Какую массу известняка и раствора азотной кислоты с массовой долей HNO_3 0,26 (26 %) нужно взять для получения кальциевой селитры массой 500 кг, если массовая доля карбоната кальция в известняке равна 0,9 (90%) ?

6. Каждый школьник знает, что основным компонентом мела является карбонат кальция, а жемчуга — ? Жемчуг — это округлые с перламутровым отливом образования из минерала арагонита — карбонат кальция (CaCO_3). Они содержат еще 10–14 % органического вещества и от 2 % до 4 % воды. Рассчитайте объем выделившегося газа, если на жемчужину массой 6,4 г, содержащую 0,14 (14 %) некарбонатных примесей, подействовать избытком раствора серной кислоты.

7. Гранат — гроссуляр («пакистанский изумруд»), по цвету похожий на ягоды крыжовника (гроссулярия — на латыни «*крыжовник*»), бывает не только зеленым, но и нежно-розового цвета. Розовый цвет изумруду придает силикат марганца (Mn_2SiO_4). Самый ценный в Мексике гранат — гроссуляр — содержит $\approx 8\%$ (0,08) примесей силиката марганца. Рассчитайте массовую долю (в %) кремния в розовом мексиканском гроссуляре.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|------------------------------|---|
| <i>Предисловие</i> | 3 |
|------------------------------|---|

ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|---|---|
| Методические рекомендации по использованию дидактических материалов | 4 |
|---|---|

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

| | |
|--|----|
| Строение атома и периодический закон | 7 |
| Химическая связь и строение вещества | 8 |
| Химические реакции | 10 |
| Растворы | 12 |
| Неметаллы | 13 |
| Металлы | 15 |

ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ

| | |
|--|----|
| Строение атома и периодический закон | 16 |
| Химическая связь и строение вещества | 17 |
| Химические реакции | 19 |
| Неметаллы | 22 |
| Металлы | 25 |

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|---|----|
| Методические рекомендации по использованию диагностических материалов | 29 |
|---|----|

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

| | |
|--|----|
| <i>Диагностическая работа № 1. Основные понятия и законы химии. Периодический закон и периодическая система химических элементов</i> | 31 |
| Вариант 1 | 31 |
| Вариант 2 | 33 |
| Вариант 3 | 35 |
| Вариант 4 | 37 |
| <i>Диагностическая работа № 2. Химическая связь и строение вещества. Химические реакции</i> | 39 |
| Вариант 1 | 39 |
| Вариант 2 | 41 |
| Вариант 3 | 43 |
| Вариант 4 | 45 |
| <i>Диагностическая работа № 3. Химия растворов. Водород. Неметаллы VA – VIIA групп</i> | 48 |
| Вариант 1 | 48 |
| Вариант 2 | 49 |
| Вариант 3 | 51 |
| Вариант 4 | 52 |

| | |
|--|----|
| <i>Диагностическая работа № 4. Неметаллы IVA группы. Металлы</i> | 54 |
| Вариант 1 | 54 |
| Вариант 2 | 55 |
| Вариант 3 | 56 |
| Вариант 4 | 57 |

ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ

| | |
|--|----|
| <i>Диагностическая работа № 1. Важнейшие классы неорганических соединений. Основные понятия и законы химии</i> | 58 |
| Вариант 1 | 58 |
| Вариант 2 | 60 |
| Вариант 3 | 62 |
| Вариант 4 | 64 |

| | |
|---|----|
| <i>Диагностическая работа № 2. Строение атома и периодический закон. Химическая связь и строение вещества</i> | 66 |
| Вариант 1 | 66 |
| Вариант 2 | 68 |
| Вариант 3 | 70 |
| Вариант 4 | 72 |

| | |
|--|----|
| <i>Диагностическая работа № 3. Химические реакции. Химия растворов</i> | 75 |
| Вариант 1 | 75 |
| Вариант 2 | 78 |
| Вариант 3 | 81 |
| Вариант 4 | 85 |

| | |
|---|----|
| <i>Диагностическая работа № 4. Водород. Неметаллы VA – VIIA групп</i> | 89 |
| Вариант 1 | 89 |
| Вариант 2 | 91 |
| Вариант 3 | 93 |
| Вариант 4 | 95 |

| | |
|--|-----|
| <i>Диагностическая работа № 5. Неметаллы IVA группы. Металлы</i> | 98 |
| Вариант 1 | 98 |
| Вариант 2 | 100 |
| Вариант 3 | 102 |
| Вариант 4 | 104 |

| | |
|--|-----|
| <i>Итоговая диагностическая работа</i> | 106 |
| Вариант 1 | 106 |
| Вариант 2 | 108 |
| Вариант 3 | 111 |
| Вариант 4 | 113 |

| | |
|-------------------------|-----|
| <i>Ответы</i> | 116 |
|-------------------------|-----|