

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
§ 1 (1). Предмет химии. Вещества .....	5
§ 2 (2). Превращения веществ. Роль химии в жизни человека .....	6
§ 3 (3). Краткий очерк истории развития химии.....	7
§ 4 (4). Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Знаки химических элементов.....	8
§ 5 (5). Химические формулы. Относительная атомная и молекулярная массы.....	9
<b>Глава 1 (1). Атомы химических элементов</b> .....	11
§ 6 (6). Основные сведения о строении атомов .....	11
§ 7 (7). Изменения в составе ядер атомов химических элементов. Изотопы .....	11
§ 8 (8). Строение электронных оболочек атомов.....	12
§ 9 (9). Изменение числа электронов на внешнем энергетическом уровне атомов химических элементов .....	14
§ 10 (10). Взаимодействие атомов элементов-неметаллов между собой .....	16
§ 11 (11). Ковалентная полярная химическая связь.....	18
§ 12 (12). Металлическая химическая связь.....	21
<b>Глава 2 (2). Простые вещества</b> .....	22
§ 13 (13). Простые вещества-металлы .....	22
§ 14 (14). Простые вещества-неметаллы .....	22
§ 15 (15). Количество вещества.....	24
§ 16 (16). Молярный объем газов.....	25
<b>Глава 3 (3). Соединения химических элементов</b> .....	28
§ 17 (17). Степень окисления .....	28
§ 18 (18). Важнейшие классы бинарных соединений — оксиды и летучие водородные соединения .....	29
§ 19 (19). Основания .....	30
§ 20 (20). Кислоты.....	31
§ 21 (21). Соли .....	32
§ 22 (22). Кристаллические решетки .....	33
§ 23 (23). Чистые вещества и смеси .....	33
§ 24 (24). Массовая и объемная доли компонентов смеси (раствора) .....	34
<b>Глава 4 (4). Изменения, происходящие с веществами</b> .....	36
§ 25 (25). Физические явления в химии.....	36
§ 26 (26). Химические реакции .....	36
§ 27 (27). Химические уравнения.....	38
§ 28 (28). Расчеты по химическим уравнениям .....	39
§ 29 (н). Реакции разложения .....	41
§ 30 (н). Реакции соединения .....	42
§ 31 (н). Реакции замещения .....	43
§ 32 (н). Реакции обмена.....	44
§ 33 (н). Типы химических реакций на примере свойств воды .....	46

<b>Глава 5 (5). Простейшие операции с веществом (химический практикум)</b> .....	48
Практическая работа № 2 (2). «Наблюдение за горящей свечой» .....	48
Практическая работа № 3 (3). «Анализ почвы и воды» .....	49
Практическая работа № 4 (4). «Признаки химических реакций» .....	50
Практическая работа № 5 (с). «Получение водорода и определение его свойств» .....	51
Практическая работа № 6 (с). «Получение и свойства кислорода» .....	52
Практическая работа № 5 (7). «Приготовление раствора сахара и расчет его массовой доли в растворе» .....	53
<b>Глава 6 (с). Скорость химических реакций. Химическое равновесие</b> .....	54
§ 29 (с). Скорость химических реакций .....	54
§ 30 (с). Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры .....	55
§ 31 (с). Катализаторы .....	56
§ 32 (с). Обратимые и необратимые реакции.....	57
§ 33 (с). Химическое равновесие и способы его смещения .....	58
<b>Глава 6 (7). Растворение. Растворы. Реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные реакции</b> .....	59
§ 34 (34). Растворение. Растворимость веществ в воде .....	59
§ 35 (35). Электролитическая диссоциация .....	60
§ 36 (36). Основные положения теории электролитической диссоциации .....	61
§ 37 (37). Ионные уравнения .....	62
§ 38 (38). Кислоты, их классификация и свойства .....	63
§ 39 (39). Основания, их классификация и свойства .....	64
§ 40 (40). Оксиды, их классификация и свойства .....	66
§ 41 (41). Соли, их классификация и свойства.....	68
§ 42 (42). Генетическая связь между классами веществ .....	69
§ 43 (43). Окислительно-восстановительные реакции .....	73
<b>Глава 7 (8). Свойства электролитов (химический практикум)</b> .....	76
Практическая работа № 6 (8). «Ионные реакции» .....	76
Практическая работа № 7 (9). «Условия протекания химических реакций между растворами электролитов до конца» .....	78
Практическая работа № 8 (10). «Свойства кислот, оснований, оксидов и солей» .....	79
Практическая работа № 9 (11). «Решение экспериментальных задач» .....	80
<b>Глава 8 (9). Портретная галерея великих химиков (Шеренга великих химиков)</b> .....	83
Парацельс .....	83
Роберт Бойль .....	83
М.В. Ломоносов .....	85
А. Лавуазье .....	86
К. Бертолле .....	87
Дж. Дальтон.....	88
А. Авогадро .....	89
Д.И. Менделеев .....	90
С. Аррениус .....	91
И.С. Каблуков.....	92
Ле Шателье (с).....	94

# Введение

## § 1<sup>1</sup> (1)<sup>2</sup>. Предмет химии. Вещества

### Ответ на вопрос 1 (1).

Хемофилия — «любовь к химии», хемофобия — «боязнь химии», обе эти крайние точки зрения не могут быть абсолютно правильными.

Химия играет очень большую роль в жизни человека, ведь это металлургия, производство синтетических волокон, лекарственных и косметических средств, бытовой химии, в организме человека тоже протекают химические реакции.

Однако производство многих нужных человеку продуктов химической промышленности — металлов, пластмасс, нефтепродуктов, сопровождается загрязнением окружающей среды, очень опасно производство химического оружия. Хотя многих негативных последствий можно было бы избежать, если бы люди были химически грамотны. Поэтому современному человеку надо знать и правильно использовать достижения современной химии.

### Ответ на вопрос 2 (2).

В книге «Собака Баскервилей» использовалось свойство белого фосфора светиться в темноте.

В книге «Собачье сердце» использовалось свойство органического соединения хлороформа как анестезирующего средства.

### Ответ на вопрос 3 (3).

Тела: монета (медная монета), стакан (стеклянный стакан), ваза (керамическая ваза), проволока (алюминиевая проволока). Вещества: медь, стекло, керамика, алюминий.

### Ответ на вопрос 4 (4).

Тела	Вещества	Тела и вещества
Круглый	Пахучий	Легкий
Длинный	Растворимый	Тяжелый
Увесистый	Жидкий	Мягкий
Вогнутый	Прозрачный	Твердый

Круглый стол, длинный карандаш, увесистый камень, вогнутая линза, пахучий эфир, растворимый осадок, жидкая ртуть, прозрачный раствор, легкая пушинка, литий — самый легкий металл, тяжелая книга, свинец — один из тяжелых металлов, мягкая подушка, алюминий — мягкий металл, твердый диван, титан — твердый металл.

<sup>1</sup> Номера заданий по изданию 2010 г. (16-е издание).

<sup>2</sup> Номера заданий по изданию 2005 г. (9-е издание).

### **Ответ на вопрос 5 (5).**

*Как о веществе:*

- 1) кислород мало растворим в воде по объему;
- 2) в воздухе содержится 21% кислорода.

*Как об элементе:*

- 1) молекула воды состоит из 2-х атомов водорода и одного атома кислорода;
- 2) кислород входит в состав углекислого газа атмосферы.

### **Ответ на вопрос 6 (н).**

- а) К простым веществам относятся: кислород, сера, гелий, озон.
- б) К сложным — этиловый спирт, метан, углекислый газ, угарный газ.

### **Ответ на вопрос 7 (н).**

Понятие вещество (простое) более сложное, т.к. один химический элемент может образовывать несколько простых веществ, например, химический элемент кислород образует молекулы кислорода и озона.

### **Ответ на вопрос 8 (н).**

Как о химическом элементе говорится в пунктах б), г); в пунктах а), в) — как о простом веществе.

### **Ответ на вопрос 9 (н).**

Как о химическом элементе говорится в пунктах а), г); в пунктах б), в) — как о простом веществе.

### **Ответ на вопрос 10 (н).**

Стекло прозрачное, полиэтилен упругий и твердый, сахар сладкий, а железо прочное, ковкое — на этих свойствах в первую очередь основано применение данных веществ.

## **§ 2 (2). Превращения веществ. Роль химии в жизни человека**

### **Ответ на вопрос 1 (1).**

К химическим явлениям относятся: гашение соды уксусом, горение древесины, ржавление металлов.

К физическим явлениям относятся: растворение сахара, соли в воде, таяние льда, распространение запахов.

### **Ответ на вопрос 2 (2).**

Явление ржавления металлов называется коррозией. Это химический процесс, в результате которого происходит окисление железа, образуется новое вещество, называемое ржавчиной.

### **Ответ на вопрос 3 (3).**

Процессы горения веществ называются химическими, т.к. при этом исходные вещества окисляются, образуются новые вещества. Это явление используется при топке печей дровами или углями, при резке и плавлении металлов используется ацетилен (при его сгорании выделяется очень большое количество теплоты).

#### **Ответ на вопрос 4 (4).**

Вещества, получаемые искусственно в химической промышленности и не существующие в природе — мыло, шампуни, пластмассы, синтетические волокна.

#### **Ответ на вопрос 5 (5).**

При создании автомобиля используется сталь (для корпуса), резина (для шин), пластик (для внутренней отделки салона); при эксплуатации автомобиля протекают процессы сгорания углеводородов (бензина) при работе двигателя, для работы аккумулятора необходима серная кислота, масла (для смазки).

### **§ 3 (3). Краткий очерк истории развития химии**

#### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Одно из предположений происхождения слова химия с египетского «хеме» переводится как «черный, тайный». Тогда для людей эта наука была загадкой. Они знали, но не могли объяснить протекания тех или иных химических реакций. С коптского языка «хеме» тоже переводится как «черный», но еще это древнее название Египта, который они отождествляли с плодородными землями. И для них значение химии сводилось к способам удобрения своей пустынной почвы, чтобы она стала похожа на черные и урожайные земли долины Нила.

«Хема» на древнегреческом языке означает «литье». Судя по всему, для древних греков значение химии заключалось в выплавке металлов.

С древнекитайского языка «ким» переводится как «золото». Для китайцев химия отождествлялась с златоделием.

#### **Ответ на вопрос 2 (2).**

В истории возникновения и становления химии как науки с IV по XVI в. н.э. выделяют так называемый алхимический период, когда, основываясь на учении Аристотеля и наблюдая взаимные превращения веществ, алхимики не видели причин, почему в результате таких превращений нельзя получить золото из других веществ, например из меди.

#### **Ответ на вопрос 3 (3).**

Алхимики считали, что при помощи философского камня они из любого вещества смогут получить золото.

#### **Ответ на вопрос 4 (н).**

Закон сохранения массы веществ: масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, получившихся в результате ее.

При горении свечи продукты реакции находятся в газообразном состоянии и улетучиваются, поэтому здесь нет противоречия закону.

#### **Ответ на вопрос 5 (4).**

Среди русских людей очень много просто одаренных и талантливых, которые благодаря своим способностям, целеустремленности и, в первую очередь, трудолюбию смогли достичь больших успехов в науке.

### **Ответ на вопрос 6 (5).**

Жизнь и деятельность М.В. Ломоносова и Д.И. Менделеева описаны в конце учебника.

Бутлеров Александр Михайлович (1828-1886), великий русский химик, создатель теории строения, лежащей в основе современной органической химии. Любовь к естественным наукам пробудилась в нем рано; химическими опытами он занимался еще в гимназии, увлекаясь также собиранием коллекций растений и бабочек. В 1844 г. поступил на физико-математическое отделение философского факультета Казанского университета. С равным увлечением он занимался различными естественными науками. На его способности обратили внимание К. Клаус и Н. Зинин, которые по окончании Бутлеровым университета занимались с ним научной деятельностью и рекомендовали его университету для приготовления к профессорскому званию по кафедре химии. В основном Бутлеров занимался органической химией, сначала в Казани, потом в Петербурге. Синтезировал сначала уже известные вещества: кофеин, азобензол, бензидин, затем сам впервые синтезировал иодистый метилен, который дал возможность получить многие классы органических соединений, получил уротропин, находящий применение в современной медицине, химической промышленности и как средство химической защиты. 19 сентября 1861 г. выступил с докладом, в котором излагались основные идеи теории строения органических веществ. Эта теория лежит в основе современной органической химии.

### **Ответ на вопрос 7 (6).**

«Гарри Поттер и философский камень»

«Алтын Толобас» Б. Акунин

## **§ 4 (4). Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Знаки химических элементов**

### **Ответ на вопрос 1 (1).**

*Бром* — «зловонный» (древнегреч. bromos); *азот* — «рождающий селитру» (греч. nitron genes); *фтор* — «течь» (лат. «fluera»).

### **Ответ на вопрос 2 (2).**

Титаны — в древнегреческой мифологии великаны-силачи, которые держали небо. Титан — крепкий, прочный и износоустойчивый элемент.

Ванадия — древнескандинавская богиня красоты. Ванадий — элемент, который образует очень красивые цветные соединения.

### **Ответ на вопрос 3 (3).**

Золото — аурум — «утренняя заря» с латинского aurora (по блеску).

Серебро — аргентум — «белый» с греческого argos (по цвету) или «светлый» с санскритского arganta (по цвету).

### **Ответ на вопрос 4 (4).**

В начале 1830 г. Вёлер подверг анализу неизвестный по составу минерал, привезенный ему из Мексики. Он обнаружил в минерале присут-

ствии нового элемента. Из-за болезни Вёлеру пришлось прервать исследование минерала. Образец и результаты неоконченного анализа он отправил шведскому химику Беренлиусу. В конце 1830 г. профессор Горного института в Стокгольме Сефстрем открыл в шлаке, полученном при выплавке чугуна, новый химический элемент, названный ванадием (V). Когда Беренлиус провел полный анализ присланного ему минерала, то оказалось, что неизвестный элемент является ванадием. Опубликованное Сефстромом описание свойств ванадия совпало со свойствами неизвестного элемента, записанными в лабораторный журнал Вёлера.

В действительности ванадий был открыт еще раньше в 1801 г. мексиканским химиком минерологом Андреасом-Мануэлем дель Рио в том же минерале, который анализировал Вёлер. Рио даже получил оксиды и соли неизвестного ему химического элемента, названного им эритронием. Но он, сомневаясь в правоте своих рассуждений, решил, что это оксид хрома.

В 1831 г. Вёлер доказал, что эритроний и ванадий — один и тот же химический элемент. Тем не менее приоритет открытия ванадия остался за Сефстромом.

#### Ответ на вопрос 5 (5).

Элемент	Номер элемента	Номер периода (его вид)	Номер группы (ее тип)
Кальций (Ca)	20	четвертый (большой)	вторая (главная)
Цинк (Zn)	30	четвертый (большой)	вторая (побочная)
Сурьма (Sb)	51	пятый (большой)	пятая (побочная)
Тантал (Ta)	73	шестой (большой)	пятая (побочная)
Европий (Eu)	63	шестой (большой)	третья (побочная)

### § 5 (5). Химические формулы.

#### *Относительная атомная и молекулярная массы*

##### Ответ на вопрос 1 (с).

Относительная молекулярная масса — величина, которая показывает, во сколько раз молекула данного вещества тяжелее  $1/12$  массы атома углерода.

##### Ответ на вопрос 1 (3).

$3\text{H}$  — три атома водорода.

$2\text{H}_2\text{O}$  — две молекулы воды, каждая из которых состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода.

$5\text{O}_2$  — пять молекул кислорода, каждая из которых состоит из двух атомов кислорода.

##### Ответ на вопрос 2 (4).

C : H : O

12 : 22 : 11

На 12 атомов углерода приходится 22 атома водорода и 11 атомов кислорода, значит формула сахара  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .

**Ответ на вопрос 3 (н).**Кислород —  $O_2$ ;  $M_r(O_2) = 2 \cdot 16 = 32$ Сера —  $S_8$ ;  $M_r(S_8) = 8 \cdot 32 = 256$ Гелий —  $He$ ;  $M_r(He) = 2$ Этиловый спирт —  $C_2H_6O$ ;  $M_r(C_2H_6O) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 46$ Метан —  $CH_4$ ;  $M_r(CH_4) = 1 \cdot 12 + 4 \cdot 1 = 16$ Углекислый газ —  $CO_2$ ;  $M_r(CO_2) = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44$ Озон —  $O_3$ ;  $M_r(O_3) = 3 \cdot 16 = 48$ Угарный газ —  $CO$ ;  $M_r(CO) = 12 + 16 = 28$ **Ответ на вопрос 4 (5).** $3O$  — 3 атома кислорода — атомарное состояние (свободные атомы). $5O_2$  — 5 молекул кислорода — простое двухатомное вещество. $4CO_2$  — 4 молекулы углекислого газа — сложное трехатомное вещество.**Ответ на вопрос 5 (2).** $A_r$  и  $M_r$  не имеют единиц измерения, потому что это относительные величины, показывающие только, во сколько раз данный атом или молекула тяжелее  $1/12$  массы атома углерода, а не их истинные массы.**Ответ на вопрос 6 (н).** $M_r(SO_2) = 32 + 2 \cdot 16 = 64$  $M_r(SO_3) = 32 + 3 \cdot 16 = 80$ 

$$\omega(S) = \frac{A_r(S)}{M_r(SO_2)} = \frac{32}{64} = 0,5$$

$$\omega(S) = \frac{A_r(S)}{M_r(SO_3)} = \frac{32}{80} = 0,4$$

В молекуле  $SO_2$  массовая доля серы больше.**Ответ на вопрос 7 (н).**

$$M_r(HNO_3) = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 14 + 3 \cdot 16 = 63; \omega(O) = \frac{3 \cdot A_r(O)}{M_r(HNO_3)} = 0,762;$$

$$\omega(H) = \frac{A_r(H)}{M_r(HNO_3)} = \frac{1}{63} = 0,016; \omega(N) = \frac{A_r(N)}{M_r(HNO_3)} = \frac{14}{63} = 0,222$$

**Ответ на вопрос 8 (н).**1. Вещество — глюкоза,  $C_6H_{12}O_6$ .

2. Качественный состав — состоит из трех элементов: углерода, водорода и кислорода.

3. Тип вещества — сложное вещество.

4. Количественный состав вещества: в молекуле содержится 6 атомов углерода, 12 атомов водорода и 6 атомов кислорода.

5. Относительная молекулярная масса —  $M_r(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180$ .6. Соотношение масс элементов в этом веществе:  $m(C) : m(H) : m(O) = 72 : 12 : 96 = 6 : 1 : 8$ .

7. Массовые доли элементов в этом веществе:

$$\omega(C) = \frac{6 \cdot 12}{180} = 0,4; \omega(H) = \frac{12 \cdot 1}{180} = 0,067; \omega(O) = \frac{6 \cdot 16}{180} = 0,533$$



# Глава 1 (1). Атомы химических элементов

## § 6 (6). Основные сведения о строении атомов

### Ответ на вопрос 1 (1).

Физик Стони доказал, что в атомах есть частицы, переносящие электричество, и назвал их электронами. Физики Томпсон и Перрен доказали, что электрон несет наименьший отрицательный заряд. Физик Беккерель обнаружил, что атомы испускают какое-то неизвестное излучение. Резерфорд предложил модель атома, где вся масса атома и положительный заряд сосредоточены в ядре, радиус ядра в 100000 раз меньше радиуса атома.

### Ответ на вопрос 2 (2).

Ученые еще в XVII веке понимали, что атомы — это тоже сложные конструкции, состоящие из еще более мелких составляющих, только тогда не могли еще этого доказать, а уж в XIX веке, когда наука постоянно продвигалась вперед, многие ученые понимали, что атомы — сложные частицы.

### Ответ на вопрос 3 (3).

	Натрий (Na):	Фосфор (P)	Золото (Au)
Число протонов	11	15	79
Число электронов	11	15	79
Число нейтронов	12	16	118

### Ответ на вопрос 4 (4).

От латинского *nucleus* — ядро, произошло название нуклоны, т.к. протоны и нейтроны вместе образуют ядро.

Резерфорд открыл и изучал строение ядра в атоме, поэтому и его теорию называют нуклеарной.

### Ответ на вопрос 5 (5).

Элемент с порядковым номером 35 — это бром (Br). Заряд ядра его атома равен 35. Атом брома содержит 35 протонов, 35 электронов и 45 нейтронов.

## § 7 (7). Изменения в составе ядер атомов химических элементов. Изотопы

### Ответ на вопрос 1 (1).

Изотопы  ${}_{19}^{40}\text{K}$  и  ${}_{18}^{40}\text{Ar}$  проявляют разные свойства, потому что имеют разный заряд ядра и разное количество электронов.

### Ответ на вопрос 2 (2).

Относительная атомная масса аргона близка к 40, т.к. в ядре его атома 18 протонов и 22 нейтрона, а в ядре атома калия 19 протонов и 20 нейтро-

нов, поэтому его относительная атомная масса близка к 39. Так как число протонов в ядре атома калия больше, он стоит в таблице после аргона.

### Ответ на вопрос 3 (3).

Изотопы — это разновидности атомов одного элемента, имеющие одинаковое количество протонов и электронов и различное число нейтронов.

### Ответ на вопрос 4 (4).

Изотопы хлора схожи по свойствам, т.к. свойства определяются зарядом ядра, а не его относительной массой, даже при изменении относительной атомной массы изотопов хлора на 1 или 2 единицы масса изменяется незначительно, в отличие от изотопов водорода, где при добавлении одного или двух нейтронов масса ядра изменяется в 2 или 3 раза.

### Ответ на вопрос 5 (5).

Деютериевая (тяжелая вода) — соединение, где 1 атом кислорода связан с двумя атомами изотопа водорода  ${}^2_1\text{D}$ , формула  $\text{D}_2\text{O}$ .

Сравнение свойств  $\text{D}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{O}$

Признаки сравнения	$\text{D}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}$
$M_r$	20	18
$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	3.81	0
$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	101.43	100
плотность, г/мл	1,105	1.005
максимальная плотность при $t, ^\circ\text{C}$	11.6	4
Влияние на живые организмы	Губительна для живых организмов	Важнейшее вещество, поддерживающее жизнедеятельность

### Ответ на вопрос 6 (6).

Вначале расположен элемент с большим значением относительной атомной массы в парах:

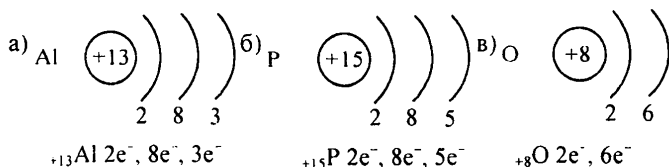
Te-I (теллур-йод)  ${}^{128}\text{Te}$  и  ${}^{127}\text{I}$ .

Th-Pa (торий-протактиний)  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  и  ${}^{231}_{91}\text{Pa}$ .

U-Np (уран-нептуний)  ${}^{238}_{92}\text{U}$  и  ${}^{237}_{93}\text{Np}$ .

## § 8 (8). Строение электронных оболочек атомов

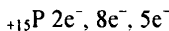
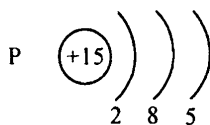
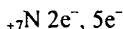
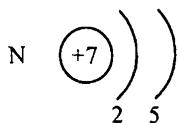
### Ответ на вопрос 1 (1).



а) — схема строения атома алюминия; б) — схема строения атома фосфора; в) — схема строения атома кислорода.

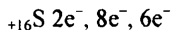
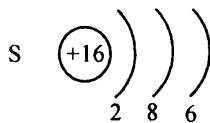
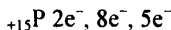
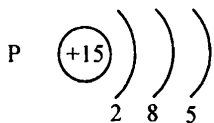
**Ответ на вопрос 2 (2).**

а) сравним строение атомов азота и фосфора.



Строение электронной оболочки этих атомов схоже, оба на последнем энергетическом уровне содержат 5 электронов. Однако у азота всего 2 энергетических уровня, а у фосфора их 3.

б) Сравним строение атомов фосфора и серы.



Атомы фосфора и серы имеют по 3 энергетических уровня, причем у каждого последний уровень незавершенный, но у фосфора на последнем энергетическом уровне 5 электронов, а у серы 6.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

Атом кремния содержит в ядре 14 протонов и 14 нейтронов. Число электронов, находящихся вокруг ядра, как и число протонов равно порядковому номеру элемента. Число энергетических уровней определяется номером периода и равно 3. Число внешних электронов определяется номером группы и равно 4.

**Ответ на вопрос 4 (4).**

Количество содержащихся в периоде элементов равно максимально возможному числу электронов на внешнем энергетическом уровне и это число определяется по формуле  $2n^2$ , где  $n$  — номер периода. Поэтому в первом периоде содержится только 2 элемента ( $2 \cdot 1^2$ ), а во втором периоде 8 элементов ( $2 \cdot 2^2$ ).

**Ответ на вопрос 5 (5).**

В астрономии — Период вращения Земли вокруг своей оси 24 часа.

В географии — Смена сезонов с периодом 1 год.

В физике — Периодические колебания маятника.

В биологии — Каждая клетка дрожжей в оптимальных условиях раз в 20 мин. делится.

**Ответ на вопрос 6 (6).**

Электроны и строение атома были открыты в начале XX века, чуть позже было написано это стихотворение, которое отражает во многом

нуклеарную, или планетарную, теорию строения атома, а также автор допускает возможность, что и электроны тоже сложные частицы, строение которых мы еще просто не изучили.

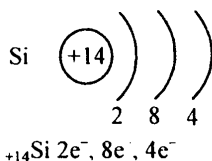
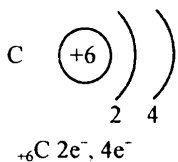
**Ответ на вопрос 7 (7).**

Приведенные в учебнике 2 четверостишия говорят об огромном поэтическом таланте В. Брюсова и гибком уме его, раз он мог так легко понять и принять все достижения современной ему науки, а также, по всей видимости, просвещенности и образованности в данной области.

**§ 9 (9). Изменение числа электронов на внешнем энергетическом уровне атомов химических элементов**

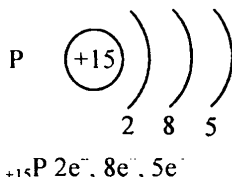
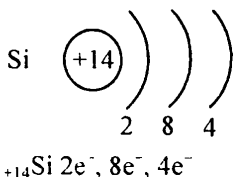
**Ответ на вопрос 1 (1).**

а) Сравним строение и свойства атомов углерода и кремния



По строению электронной оболочки эти элементы схожи: оба на последнем энергетическом уровне имеют по 4 электрона, но у углерода 2 энергетических уровня, а у кремния 3. Т.к. число электронов на внешнем уровне одинаково, то и свойства этих элементов будут похожи, но радиус атома кремния больше, поэтому по сравнению с углеродом он будет проявлять больше металлических свойств.

б) Сравним строение и свойства атомов кремния и фосфора:

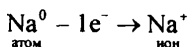


Атомы кремния и фосфора имеют по 3 энергетических уровня, причем у каждого последний уровень незавершенный, но у кремния на последнем энергетическом уровне 4 электрона, а у фосфора 5, поэтому радиус атома фосфора меньше и он в большей степени проявляет неметаллические свойства, чем кремний.

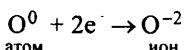
**Ответ на вопрос 2 (2).**

а) Рассмотрим схему образования ионной связи между натрием и кислородом.

1. Натрий — элемент главной подгруппы I группы, металл. Его атому легче отдать 1 внешний электрон, чем принять недостающие 7:

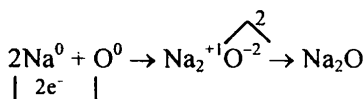


2. Кислород — элемент главной подгруппы VI группы, неметалл. Его атому легче принять 2 электрона, которых не хватает до завершения внешнего уровня, чем отдать 6 электронов с внешнего уровня.



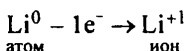
3. Сначала найдем наименьшее общее кратное между зарядами образовавшихся ионов, оно равно 2(2·1). Чтобы атомы Na отдали 2 электрона, их надо взять 2(2:1), чтобы атомы кислорода смогли принять 2 электрона, их нужно взять 1.

4. Схематично образование ионной связи между атомами натрия и кислорода можно записать так:

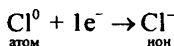


б) Рассмотрим схему образования ионной связи между атомами лития и фосфора.

1. Литий — элемент I группы главной подгруппы, металл. Его атому легче отдать 1 внешний электрон, чем принять недостающие 7:

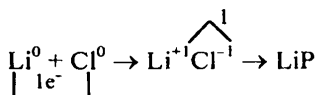


2. Хлор — элемент главной подгруппы VII группы, неметалл. Его атому легче принять 1 электрон, чем отдать 7 электронов:



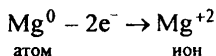
3. Наименьшее общее кратное 1, т.е. чтобы 1 атом лития отдал, а атом хлора принял 1 электрон, надо взять их по одному.

4. Схематично образование ионной связи между атомами лития и хлора можно записать так:

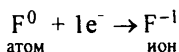


в) Рассмотрим схему образования ионной связи между атомами магния и фтора.

1. Магний — элемент II группы главной подгруппы, металл. Его атому легче отдать 2 внешних электрона, чем принять недостающие 6:

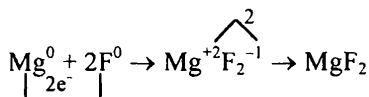


2. Фтор — элемент главной подгруппы VII группы, неметалл. Его атому легче принять 1 электрон, которого не хватает до завершения внешнего уровня, чем отдать 7 электронов:



3. Найдем наименьшее общее кратное между зарядами образовавшихся ионов, оно равно  $2(2 \cdot 1)$ . Чтобы атомы магния отдали 2 электрона, нужен только один атом, чтобы атомы фтора смогли принять 2 электрона, их нужно взять  $2(2:1)$ .

4. Схематично образование ионной связи между атомами лития и фосфора можно записать так:



### Ответ на вопрос 3 (3).

Самые типичные металлы расположены в периодической системе в начале периодов и в конце групп, таким образом, самым типичным металлом является франций (Fr). Типичные неметаллы расположены в конце периодов и в начале групп. Таким образом, самый типичный неметалл фтор (F). (Гелий не проявляет каких-либо химических свойств).

### Ответ на вопрос 4 (4).

Инертные газы стали называть благородными, так же как и металлы, потому что в природе они встречаются исключительно в свободном виде и с большим трудом образуют химические соединения.

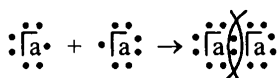
### Ответ на вопрос 5 (5).

Выражение «Улицы ночного города были залиты неонам» химически неверно, т.к. неон — инертный, малораспространенный газ, в воздухе его содержится очень мало. Однако неонами заполняют неоновые лампы и лампы дневного света, которые часто используются для подсветки вывесок, афиш, реклам ночью.

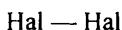
## § 10 (10). Взаимодействие атомов элементов-неметаллов между собой

### Ответ на вопрос 1 (1).

Электронная схема образования двухатомной молекулы галогена будет выглядеть так:



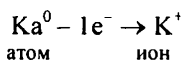
А структурная формула



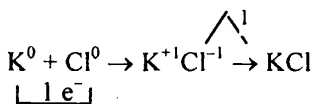
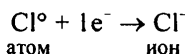
**Ответ на вопрос 2 (2).**

а) Схема образования химической связи для KCl:

Калий — элемент I группы, его атому легче отдать 1 внешний электрон, чем принять недостающие 7.

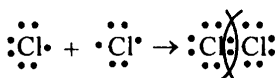


Хлор — элемент VII группы, его атому легче принять 1 недостающий электрон, чем отдать 7 электронов.



б) Схема образования химической связи для Cl<sub>2</sub>:

Хлор — элемент главной подгруппы VII группы. Его атомы имеют 7 электронов на внешнем уровне. Число непарных электронов равно (8-7) 1.

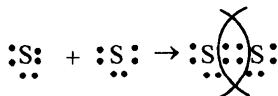


Связь между атомами одного и того же элемента ковалентна.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

Сера — элемент главной подгруппы VI группы. Ее атомы имеют 6 электронов на внешнем уровне. Число непарных электронов равно (8-6)2. В молекулах S<sub>2</sub> атомы связаны двумя общими электронными парами, поэтому связь двойная.

Схема образования молекулы S<sub>2</sub> будет выглядеть следующим образом:



или



**Ответ на вопрос 4 (4).**

В молекуле S<sub>2</sub> связь двойная, в молекуле Cl связь одинарная, в молекуле N<sub>2</sub> — тройная. Поэтому самой прочной молекулой будет N<sub>2</sub>, менее прочной S<sub>2</sub>, а еще слабее Cl<sub>2</sub>.

Длина связи самая маленькая в молекуле  $N_2$ , больше в молекуле  $S_2$ , еще больше в молекуле  $Cl_2$ .

**Ответ на вопрос 5 (н).**

Вещества с ковалентной неполярной связью:  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ .

Вещества с ионной связью:  $Li_2O$ ,  $KCl$ ,  $CaF_2$ .

## § 11 (11). Ковалентная полярная химическая связь

**Ответ на вопрос 1 (1).**

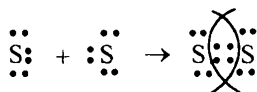
Так как значения ЭО водорода и фосфора одинаковы, то химическая связь в молекуле  $PH_3$  будет ковалентной неполярной.

**Ответ на вопрос 2 (2).**

1. а) в молекуле  $S_2$  связь ковалентная неполярная, т.к. она образована атомами одного и того же элемента. Схема образования связи будет следующей:

Сера — элемент главной подгруппы VI группы. Ее атомы имеют по 6 электронов на внешней оболочке. Непарных электронов будет:  $8 - 6 = 2$ .

Обозначим внешние электроны  $\overset{\cdot\cdot}{S} \cdot$ :

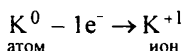


или

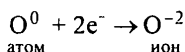


б) в молекуле  $K_2O$  связь ионная, т.к. она образована атомами элементов металла и неметалла.

Калий — элемент I группы главной подгруппы, металл. Его атому легче отдать 1 электрон, чем принять недостающие 7:



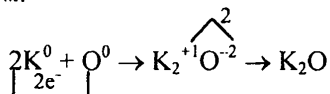
Кислород — элемент главной подгруппы VI группы, неметалл. Его атому легче принять 2 электрона, которых не хватает до завершения уровня, чем отдать 6 электронов:



Найдем наименьшее общее кратное между зарядами образовавшихся ионов, оно равно  $2(2 \cdot 1)$ . Чтобы атомы калия отдали 2 электрона, их



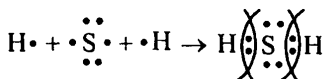
нужно взять 2, чтобы атомы кислорода смогли принять 2 электрона, необходимо только 1 атом:



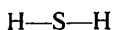
в) в молекуле  $\text{H}_2\text{S}$  связь ковалентная полярная, т.к. она образована атомами элементов с различной ЭО. Схема образования связи будет следующей:

Сера — элемент главной подгруппы VI группы. Ее атомы имеют по 6 электронов на внешней оболочке. Непарных электронов будет:  $8 - 6 = 2$ .

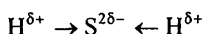
Водород — элемент главной подгруппы I группы. Его атомы содержат по 1 электрону на внешней оболочке. Непарным является 1 электрон (для атома водорода завершенным является двухэлектронный уровень). Обозначим внешние электроны:  $\cdot\ddot{\text{S}}\cdot$   $\cdot\text{H}$



или



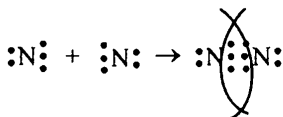
Общие электронные пары смещены к атому серы, как более электроотрицательному



1. а) в молекуле  $\text{N}_2$  связь ковалентная неполярная, т.к. она образована атомами одного и того же элемента. Схема образования связи следующая:

Азот — элемент главной подгруппы V группы. Его атомы имеют 5 электронов на внешней оболочке. Непарных электронов:  $8 - 5 = 3$ .

Обозначим внешние электроны:  $\cdot\text{N}\cdot$

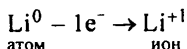


или

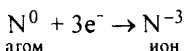


б) в молекуле  $\text{Li}_3\text{N}$  связь ионная, т.к. она образована атомами элементов металла и неметалла.

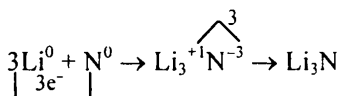
Литий — элемент главной подгруппы I группы, металл. Его атому легче отдать 1 электрон, чем принять недостающие 7:



Азот — элемент главной подгруппы V группы, неметалл. Его атому легче принять 3 электрона, которых не хватает до завершения внешнего уровня, чем отдать пять электронов с внешнего уровня:



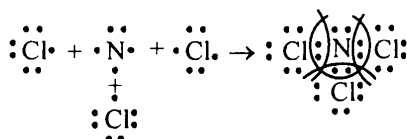
Найдем наименьшее общее кратное между зарядами образовавшихся ионов, оно равно  $3(3 \cdot 1)$ . Чтобы атомы лития отдали 3 электрона, необходимо 3 атома, чтобы атомы азота смогли принять 3 электрона, необходимо только один атом:



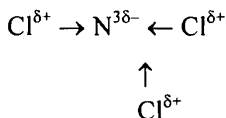
в) в молекуле  $\text{NCl}_3$  связь ковалентная полярная, т.к. она образована атомами элементов-неметаллов с различными значениями ЭО. Схема образования связи следующая:

Азот — элемент главной подгруппы V группы. Его атомы имеют по 5 электронов на внешней оболочке. Непарных электронов будет:  $8 - 5 = 3$ .

Хлор — элемент главной подгруппы VII группы. Его атомы содержат по 7 электронов на внешней оболочке. Непарным остается 1 электрон. Обозначим внешние электроны:  $\cdot\ddot{\text{N}}\cdot$      $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$



Общие электронные пары смещены к атому азота, как более электроотрицательному:



### Ответ на вопрос 3 (3).

Связь в молекуле  $\text{HCl}$  менее полярна, чем в молекуле  $\text{HF}$ , т.к. в ряду изменения ЭО хлор и водород менее удалены друг от друга, чем фтор и водород.

### Ответ на вопрос 4 (4).

Ковалентная химическая связь образуется за счет обобщения внешних электронов. По числу общих электронных пар она бывает одинарной, двойной или тройной. По ЭО ковалентная связь делится на полярную и неполярную.

## § 12 (12). Металлическая химическая связь

### Ответ на вопрос 1 (1).

Металлическая связь схожа с ионной в том, что здесь тоже происходит процесс отдачи-принятия электронов. Но при ионной связи электроны переходят от одного атома только к соседнему, тогда как при металлической связи электроны способны переходить на любой атом.

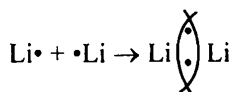
### Ответ на вопрос 2 (2).

Для повышения твердости металлов и сплавов в них добавляют различные специальные компоненты, повышающие прочность: металлические карбиды входят в состав чугунов и сталей, придавая им твердость, износостойчивость и другие ценные качества. На основе карбидов вольфрама, титана и тантала производят сверхтвердые и тугоплавкие сплавы, применяемые для скоростной обработки металлов. Такие сплавы изготавливают методами порошковой металлургии. В качестве цементирующего материала чаще всего используют кобальт и никель. Объясняется такая твердость тем, что нитриды и карбиды имеют алмазоподобную кристаллическую решетку.

### Ответ на вопрос 3 (3).

В молекуле  $\text{Li}_2$  (пары лития) связь ковалентная неполярная. Схема образования связи следующая:

Литий — элемент I группы главной подгруппы. Его атомы на внешней оболочке имеют по 1 электрону. Обозначим непарные электроны:  $\text{Li}\cdot$



или



## Глава 2 (2). Простые вещества

### § 13 (13). Простые вещества-металлы

#### Ответ на вопрос 1 (1).

Среди всех перечисленных веществ сера является неметаллом.

#### Ответ на вопрос 2 (2).

Стихотворение было написано в алхимический период, когда алхимики считали, что все металлы можно получить из серы и ртути.

#### Ответ на вопрос 3 (3).

В строке «Миносский бог тебя сковал?» говорится о ковкости металлов, а в дальнейших строках о характерном металлическом блеске.

#### Ответ на вопрос 4 (4).

Пары ртути очень ядовиты. При механическом повреждении приборов ртуть может разлиться и ее пары в замкнутом пространстве могут отравить людей.

#### Ответ на вопрос 5 (5).

Древнейшие металлические зеркала известны с III в. до н.э. Лицевая сторона их гладко отполирована, обратная — покрыта узорами, форма металлического зеркала почти всегда круглая, оно снабжено ручкой. В бронзовом веке зеркала были известны преимущественно в странах Древнего Востока; в железном веке они получили более широкое распространение. Зеркала греков и римлян замечательны художественными рельефными изображениями на оборотных сторонах. Зеркало считалось символом Венеры. Древние зеркала обычно делались из бронзы или серебра. Стекланные зеркала появились у римлян в I в. н.э.: стеклянная пластинка соединялась со свинцовой или оловянной подкладкой, изображение получалось живее, чем на металле. С началом средневековья стекланные зеркала исчезли и вновь появились лишь в XIII в.; продолжали применяться металлические. В XVI в. была изобретена подводка стекланных зеркал оловянной амальгамой. Современные зеркала бывают плоские, вогнутые, выпуклые, их поверхность может быть сферической, плоской, цилиндрической, параболической и т.д. И, как правило, с серебряной или алюминиевой подкладкой.

### § 14 (14). Простые вещества-неметаллы

#### Ответ на вопрос 1 (1).

Гелий — «Солнце» (с греческого *helios*)

Неон — «новый» (с греческого *neos*)

Аргон — «недеятельный» (с греческого *argos*)

Криптон — «скрытый» (с греческого *kryptos*)

Ксенон — «чужой» (с греческого *ksenos*)

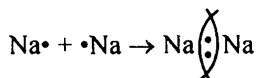
### Ответ на вопрос 2 (2).

Выражение «В воздухе пахло грозой» химически неверно, т.к. гроза — явление природы, которое само по себе не может иметь запаха. Этот запах имеет озон, который во время грозы в малых количествах образуется в воздухе в результате электрических разрядов.

### Ответ на вопрос 3 (3).

В виде  $\text{Na}_2$  существуют пары натрия, а в парах металлов атомы связаны ковалентной неполярной связью. Схема образования связи следующая:

Натрий — элемент I группы главной подгруппы. Его атомы на внешней оболочке имеют по одному электрону:

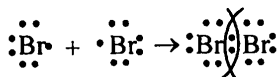


или



В молекуле  $\text{Br}_2$  связь ковалентная неполярная. Схема образования связи следующая:

Бром — элемент главной подгруппы VII группы. Его атомы на внешней оболочке имеют 7 электронов, неспаренный 1:

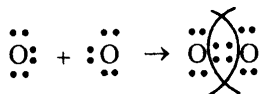


или



В молекуле  $\text{O}_2$  связь ковалентная неполярная. Схема образования связи следующая:

Кислород — элемент главной подгруппы VI группы. Его атомы на внешней оболочке имеют 6 электронов, 2 неспаренных:

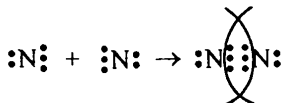


или



В молекуле  $\text{N}_2$  связь ковалентная неполярная. Схема образования связи следующая:

Азот — элемент главной подгруппы V группы. На внешней оболочке его атомы имеют по 5 электронов, 3 неспаренных:



или



**Ответ на вопрос 4 (4).**

В металлическом водороде связь должна быть металлической, т.к. именно она обеспечивает все металлические свойства.

**Ответ на вопрос 5 (5).**

Экспедиция погибла, пострадав от «оловянной чумы» — превращения β-олова типичного металла в α-олово — мелкокристаллический порошок.

Процесс перехода одного простого вещества в другое, образованное тем же элементом, называется аллотропизацией.

**§ 15 (15). Количество вещества****Ответ на вопрос 1 (1).**

1 кмоль содержит 1000 моль, а в 1 моле  $6 \cdot 10^{23}$  молекул, поэтому 1 кмоль содержит  $6 \cdot 10^{26}$  молекул. 1 ммоль содержит 0,001 моль, поэтому 1 ммоль содержит  $6 \cdot 10^{20}$  молекул.

**Ответ на вопрос 2 (2).**

а)

$n(\text{N}_2) = 0,75 \text{ моль}$	$m = n \cdot M$	$M(\text{N}_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ г/моль}$
$m = ?$		$m(\text{N}_2) = 0,75 \text{ (моль)} \cdot 28 \text{ (г/моль)} = 21 \text{ г}$
		Ответ: $m(\text{N}_2) = 21 \text{ г}$ .

б)

$N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) =$ $= 9 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$	$m = M \cdot n$	$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 =$ $= 180 \text{ г/моль}$
$m = ?$	$n = \frac{N}{N_A}$	$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 9 \cdot 10^{23} \text{ (молекул)} :$ $6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = 1,5 \text{ моль}$
		$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ (г/моль)} \cdot 1,5 \text{ (моль)} = 270 \text{ г}$ Ответ: $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 270 \text{ г}$ .

в)

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 \text{ кмоль}$	$m = n \cdot M$	$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ г/моль}$
$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$		$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3 \cdot 10^3 \text{ (моль)} \cdot 98 \text{ (г/моль)} =$ $= 294 \cdot 10^3 \text{ г} = 294 \text{ кг}$
		Ответ: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 294 \text{ кг}$ .

**Ответ на вопрос 3 (3).**

а)

$n(\text{H}_2) = 1,5 \text{ моль}$	$N = n \cdot N_A$	$N(\text{H}_2) = 1,5 \text{ (моль)} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) =$
$N = ?$		$= 9 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$
		Ответ: $N(\text{H}_2) = 9 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$ .

$\frac{m(\text{H}_2) = 7 \text{ г}}{N - ?}$	$\left. \begin{array}{l} N = n \cdot N_A \\ n = \frac{m}{M} \end{array} \right\}$	$\begin{aligned} M(\text{H}_2) &= 2 \cdot 1 = 2 \text{ г/моль} \\ n(\text{H}_2) &= 7 \text{ (г)} : 2 \text{ (г/моль)} = 3,5 \text{ моль} \\ N(\text{H}_2) &= 3,5 \text{ (моль)} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = \\ &= 21 \cdot 10^{23} \text{ молекул} \\ \text{Ответ: } N(\text{H}_2) &= 21 \cdot 10^{23} \text{ молекул.} \end{aligned}$
---	---	--

$\frac{n(\text{H}_2) = 4 \text{ кмоль}}{N - ?}$	$\left. \begin{array}{l} N = n \cdot N_A \end{array} \right\}$	$\begin{aligned} N(\text{H}_2) &= 4 \cdot 10^3 \text{ (моль)} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = \\ &= 2,4 \cdot 10^{27} \text{ молекул} \\ \text{Ответ: } N(\text{H}_2) &= 2,4 \cdot 10^{27} \text{ молекул.} \end{aligned}$
---	--	--

### Ответ на вопрос 4 (4).

«Масса измеряется в миллиграммах, граммах, килограммах. Количество вещества измеряется в миллимолях, молях, киломолях».

### Ответ на вопрос 5 (5).

Разобьем задачу на несколько пунктов.

а) Какое количество кислорода будет содержаться в 1 л его?

$\frac{\rho(\text{O}_2) = 1,3 \text{ г/л}}{V(\text{O}_2) = 1 \text{ л}}$	$\left. \begin{array}{l} n = \frac{m}{M} \\ m = \rho \cdot V \end{array} \right\}$	$\begin{aligned} M(\text{O}_2) &= 2 \cdot 16 = 32 \text{ г/моль} \\ m(\text{O}_2) &= 1,3 \text{ г/л} \cdot 1 \text{ л} = 1,3 \text{ г} \\ n(\text{O}_2) &= 1,3 \text{ (г)} : 32 \text{ (г/моль)} \approx 0,041 \text{ моль} \\ \text{Ответ: } n(\text{O}_2) &= 0,041 \text{ моль.} \end{aligned}$
--	--	---

б) Сколько молекул его будет в 1 л? в 1 мл? в 1 м<sup>3</sup>?

$\frac{\rho(\text{O}_2) = 1,3 \text{ г/л}}{V(\text{O}_2) = 1 \text{ л}}$	$\left. \begin{array}{l} N = n \cdot N_A \\ n = \frac{m}{M} \\ m = \rho \cdot V \end{array} \right\}$	$\begin{aligned} &\text{В предыдущей задаче мы вычислили, что в 1 л} \\ &\text{O}_2 \text{ содержится 0,04 моль.} \\ N &= 0,04 \text{ (моль)} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = 2,4 \cdot 10^{22} \text{ молекул} \end{aligned}$
--	---	--

В 1 л содержится 1000 мл, поэтому в 1 мл содержится  $2,4 \cdot 10^{19}$  молекул. В 1 м<sup>3</sup> содержится 1000 л, поэтому в 1 м<sup>3</sup> содержится  $2,4 \cdot 10^{25}$  молекул.

Ответ:  $2,4 \cdot 10^{22}$  молекул в 1 л;  $2,4 \cdot 10^{19}$  молекул в 1 мл;  $2,4 \cdot 10^{25}$  молекул в 1 м<sup>3</sup>.

## § 16 (16). Молярный объем газов

### Ответ на вопрос 1 (1).

$\frac{V(\text{O}_2) = 11,2 \text{ л}}{m(\text{O}_2) - ?}$	$\left. \begin{array}{l} m = M \cdot n \\ n = \frac{V}{V_m} \\ N = n \cdot N_A \end{array} \right\}$	$\begin{aligned} M(\text{O}_2) &= 2 \cdot 16 = 32 \text{ г/моль} \\ n(\text{O}_2) &= 11,2 \text{ (л)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 0,5 \text{ моль} \\ m &= 0,5 \text{ (моль)} \cdot 32 \text{ (г/моль)} = 16 \text{ г} \\ N &= 0,5 \text{ (моль)} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул} \\ \text{Ответ: } m(\text{O}_2) &= 16 \text{ г}; N(\text{O}_2) = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул.} \end{aligned}$
--	--	--

б)

$V(N_2) = 5,6 \text{ м}^3$	$m = M \cdot n$ $N = n \cdot N_A$	$M(N_2) = 2 \cdot 14 = 28 \text{ г/моль}$ $n(N_2) = 5,6 \cdot 10^3 (\text{л}) : 22,4 (\text{л/моль}) = 250 \text{ моль}$ $m(N_2) = 250 (\text{моль}) \cdot 28 (\text{г/моль}) = 7000 \text{ г} = 7 \text{ кг}$ $N(N_2) = 250 (\text{моль}) \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекула}}{\text{моль}} \right) =$ $= 1,5 \cdot 10^{26} \text{ молекул}$ Ответ: $m(N_2) = 7 \text{ кг}$ ; $N(N_2) = 1,5 \cdot 10^{26} \text{ молекул}$ .
$m(N_2) \text{ — ?}$ $N(N_2) \text{ — ?}$	$n = \frac{V}{V_m}$	

в)

$V(Cl_2) = 22,4 \text{ мл}$	$m = M \cdot n$ $N = n \cdot N_A$	$M(Cl_2) = 2 \cdot 35,5 = 71 \text{ г/моль}$ $n(Cl_2) = 22,4 \cdot 10^{-3} (\text{л}) : 22,4 (\text{л/моль}) = 10^{-3} \text{ моль}$ $m(Cl_2) = 71 (\text{г/моль}) \cdot 10^{-3} (\text{моль}) = 0,071 \text{ г}$ $N(Cl_2) = 10^{-3} \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекула}}{\text{моль}} \right) =$ $= 6 \cdot 10^{20} \text{ молекул}$ Ответ: $m(Cl_2) = 0,071 \text{ г}$ ; $N(Cl_2) = 6 \cdot 10^{20} \text{ молекул}$ .
$m(Cl_2) \text{ — ?}$ $N(Cl_2) \text{ — ?}$	$n = \frac{V}{V_m}$	

**Ответ на вопрос 2 (2).**

а)

$m(H_2) = 3 \text{ г}$	$V = n \cdot V_m$	$M(H_2) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ г/моль}$ $n(H_2) = 3 (\text{г}) : 2 (\text{г/моль}) = 1,5 \text{ моль}$ $V(H_2) = 1,5 (\text{моль}) \cdot 22,4 (\text{л/моль}) = 33,6 \text{ л}$ Ответ: $V(H_2) = 33,6 \text{ л}$ .
$V(H_2) \text{ — ?}$	$n = \frac{m}{M}$	

б)

$m(O_3) = 96 \text{ кг}$	$V = n \cdot V_m$	$M(O_3) = 3 \cdot 16 = 48 \text{ г/моль}$ $n(O_3) = 96 \cdot 10^3 (\text{г}) : 48 (\text{г/моль}) = 2000 \text{ моль}$ $V(O_3) = 2000 \text{ моль} \cdot 22,4 (\text{л/моль}) = 44800 \text{ л} = 44,8 \text{ м}^3$ Ответ: $V(O_3) = 44,8 \text{ м}^3$ .
$V(O_3) \text{ — ?}$	$n = \frac{m}{M}$	

в)

$N(N_2) =$ $= 12 \cdot 10^{20} \text{ мо-}$ $\text{лекула}$	$V = n \cdot V_m$ $n = \frac{N}{N_A}$	$n(N_2) = 12 \cdot 10^{20} (\text{молекула}) :$ $6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекула}}{\text{моль}} \right) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль} = 0,002 \text{ моль}$ $V = 0,002 (\text{моль}) \cdot 22,4 (\text{л/моль}) = 0,0448 \text{ л} = 44,8 \text{ мл}$ Ответ: $V(N_2) = 44,8 \text{ мл}$ .
$V(N_2) \text{ — ?}$		

**Ответ на вопрос 3 (3).**

$V(\text{Ar}) = 1 \text{ л}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\Rightarrow \rho = \frac{M}{V_m}$	$M(\text{Ar}) = 40 \text{ г/моль}$ $\rho(\text{Ar}) = 40 (\text{г/моль}) : 22,4 (\text{л/моль}) = 1,786 \text{ г/л}$ $n(\text{Ar}) = 1 (\text{л}) : 22,4 (\text{л/моль}) = 0,045 \text{ моль}$ $N(\text{Ar}) = 0,045 (\text{моль}) \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекула}}{\text{моль}} \right) =$ $= 2,68 \cdot 10^{22} \text{ молекул}$ Ответ: $\rho(\text{Ar}) = 1,786 \text{ г/л}$ ; $N(\text{Ar}) = 2,68 \cdot 10^{22} \text{ молекул}$ .
$\rho \text{ — ?}$	$m = n \cdot M$		
$N \text{ — ?}$	$n = \frac{V}{V_m}$		
	$N = n \cdot N_A$		



$V(\text{Cl}_2) = 1 \text{ л}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $\rho$ — ? $N$ — ?	$\rho = \frac{M}{V_m}$	$M(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,5 = 71 \text{ г/моль}$ $\rho(\text{Cl}_2) = 71 \text{ (г/моль)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 3,17 \text{ г/л}$ Т.к. 1 моль любого газа при н.у. занимает объ- ем 22,4 л и число молекул в 1 моле лю- бого вещества равно $6 \cdot 10^{23}$ , то в 1 л любого га- за содержится $2,68 \cdot 10^{22}$ молекул (см. реше- ние выше). Ответ: $\rho(\text{Cl}_2) = 3,17 \text{ г/л}$ , $N(\text{Cl}_2) = 2,68 \cdot 10^{22}$ молекул.
--	------------------------	---

$V(\text{O}_2) = 1 \text{ л}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $\rho$ — ? $N$ — ?	$\rho = \frac{M}{V_m}$	$M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ г/моль}$ $\rho(\text{O}_2) = 32 \text{ (г/моль)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 1,43 \text{ г/л}$ $N(\text{O}_2) = 2,68 \cdot 10^{22}$ молекул Ответ: $\rho(\text{O}_2) = 1,43 \text{ г/л}$ , $N(\text{O}_2) = 2,68 \cdot 10^{22}$ молекул.
---	------------------------	---

$V(\text{O}_3) = 1 \text{ л}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $\rho(\text{O}_3)$ — ? $N(\text{O}_3)$ — ?	$\rho = \frac{M}{V_m}$	$M(\text{O}_3) = 3 \cdot 16 = 48 \text{ г/моль}$ $\rho(\text{O}_3) = 48 \text{ (г/моль)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 2,14 \text{ г/л}$ $N(\text{O}_3) = 2,68 \cdot 10^{22}$ молекул Ответ: $\rho(\text{O}_3) = 2,14 \text{ г/л}$ , $N(\text{O}_3) = 2,68 \cdot 10^{22}$ молекул.
---	------------------------	---

**Ответ на вопрос 4 (н).**

$$\text{а) } m(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) \cdot \rho(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} \cdot M(\text{O}_2) = \frac{5}{22,4} \cdot 32 = 7,14 \text{ г}$$

$$\text{б) } m(\text{O}_3) = V(\text{O}_3) \cdot \rho(\text{O}_3) = \frac{V(\text{O}_3)}{V_m} \cdot M(\text{O}_3) = \frac{5}{22,4} \cdot 48 = 10,71 \text{ г}$$

$$\text{в) } m(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) \cdot \rho(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} \cdot M(\text{CO}_2) = \frac{5}{22,4} \cdot 44 = 9,82 \text{ г}$$

**Ответ на вопрос 5 (н).**

$$\text{а) } m(\text{SO}_2) = V(\text{SO}_2) \cdot \rho(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} \cdot M(\text{SO}_2) = \frac{5}{22,4} \cdot 64 = 14,29 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) \cdot \rho(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} \cdot M(\text{CO}_2) = \frac{5}{22,4} \cdot 44 = 9,82 \text{ г}$$

Тяжелее 5 л сернистого газа  $\text{SO}_2$ .

$$\text{б) } m(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) \cdot \rho(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} \cdot M(\text{CO}_2) = \frac{2}{22,4} \cdot 44 = 3,93 \text{ г}$$

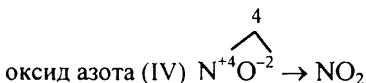
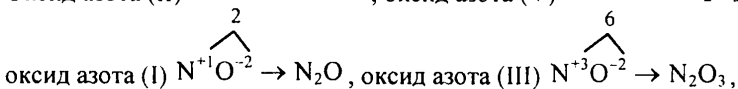
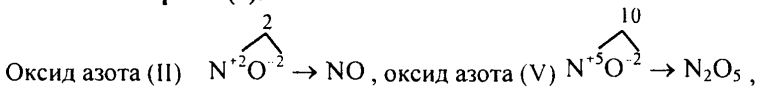
$$m(\text{CO}) = V(\text{CO}) \cdot \rho(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V_m} \cdot M(\text{CO}) = \frac{3}{22,4} \cdot 28 = 3,75 \text{ г}$$

Тяжелее 2 л углекислого газа  $\text{CO}_2$ .

## Глава 3 (3). Соединения химических элементов

### § 17 (17). Степень окисления

Ответ на вопрос 1 (1).



Ответ на вопрос 2 (2).

а)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  — оксид хлора (VII);  $\text{Cl}_2\text{O}$  — оксид хлора (I);  $\text{ClO}_2$  — оксид хлора (IV)

б)  $\text{FeCl}_2$  — хлорид железа (II);  $\text{FeCl}_3$  — хлорид железа (III)

в)  $\text{MnS}$  — сульфид марганца (II);  $\text{MnO}_2$  — оксид марганца (IV);  $\text{MnF}_4$  — фторид марганца (IV);  $\text{MnO}$  — оксид марганца (II);  $\text{MnCl}_4$  — хлорид марганца (IV)

г)  $\text{Cu}_2\text{O}$  — оксид меди (I);  $\text{Mg}_2\text{Si}$  — силицид магния;  $\text{SiCl}_4$  — хлорид кремния;  $\text{Na}_3\text{N}$  — нитрид натрия;  $\text{FeS}$  — сульфид железа (II).

Ответ на вопрос 3 (3).

а)  $\text{CO}_2$  — углекислый газ, двуокись углерода, оксид углерода (IV), диоксид углерода.

Углекислым газом назван, т.к. образуется при сгорании (окислении) угля.

Углекислый.

Согласно правилам, изложенным в учебнике: оксид углерода (IV), диоксид углерода.

$\text{CO}$  — угарный газ, монооксид углерода, оксид углерода (II), закись углерода.

Угарным газом назван, т.к. производит отравляющее действие на живой организм, говорят: «Человек угорел», т.е. надышался воздухом, в котором повышенное содержание  $\text{CO}$ .

Согласно правилам, изложенным в учебнике: монооксид углерода, оксид углерода (II).

б) (н)  $\text{SO}_2$  — оксид серы (IV), сернистый ангидрид, серы двуокись, диоксид серы. Согласно правилам, изложенным в учебнике: оксид серы (IV) и диоксид серы  $\text{SO}_3$  — оксид серы (VI), серный ангидрид, трехокись серы, триоксид серы.

Согласно правилам, изложенным в учебнике: оксид серы (VI) и триоксид серы.

**Ответ на вопрос 4 (4).**

$\text{H}_3\text{N}$  — аммиак, нитрид водорода.

**Ответ на вопрос 5 (5).**

$m(\text{H}_2\text{S}) = 17 \text{ г}$	$V = n \cdot V_m$ $n = \frac{m}{M}$ $N = n \cdot N_A$	$M(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 1 + 32 = 34 \text{ г/моль}$ $n(\text{H}_2\text{S}) = 17 \text{ г} : 34 \text{ (г/моль)} = 0,5 \text{ моль}$ $V(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ (л/моль)} = 11,2 \text{ л}$ $N(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) =$ $= 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$ Ответ: $V(\text{H}_2\text{S}) = 11,2 \text{ л}$ , $N(\text{H}_2\text{S}) = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$ .
$V(\text{H}_2\text{S}) \text{ — ?}$		
$N(\text{H}_2\text{S}) \text{ — ?}$		

**Ответ на вопрос 6 (6).**

$V(\text{CH}_4) = 33,6 \text{ м}^3$	$m = n \cdot M$ $n = \frac{V}{V_m}$ $N = n \cdot N_A$	$M(\text{CH}_4) = 4 \cdot 1 + 12 = 16 \text{ г/моль}$ $n(\text{CH}_4) = 33,6 \cdot 10^3 \text{ (л)} : 22,4 \text{ (л/моль)} =$ $= 1,5 \cdot 10^3 \text{ моль}$ $m(\text{CH}_4) = 16 \text{ (г/моль)} \cdot 1,5 \cdot 10^3 \text{ моль} =$ $= 24 \cdot 10^3 \text{ г} = 24 \text{ кг}$ $N(\text{CH}_4) = 1,5 \cdot 10^3 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) =$ $= 9 \cdot 10^{26} \text{ молекул}$ Ответ: $m(\text{CH}_4) = 24 \text{ кг}$ , $N(\text{CH}_4) = 9 \cdot 10^{26} \text{ молекул}$ .
$m(\text{CH}_4) \text{ — ?}$		
$N(\text{CH}_4) \text{ — ?}$		

## § 18 (18). Важнейшие классы бинарных соединений — оксиды и летучие водородные соединения

**Ответ на вопрос 1 (1).**

оксиды металлов	оксиды неметаллов
$\text{Na}_2\text{O}$ оксид натрия	$\text{N}_2\text{O}_5$ — оксид азота (V)
$\text{CuO}$ оксид меди (II)	$\text{SO}_2$ — оксид серы (IV)
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ оксид железа (III)	$\text{Cl}_2\text{O}_7$ — оксид хлора (VII)
$\text{Cu}_2\text{O}$ оксид меди (I)	$\text{P}_2\text{O}_5$ — оксид фосфора (V)

**Ответ на вопрос 2 (2).**

$\text{H}_2\text{O}$  — оксид водорода, гидрид кислорода, вода, кислородный водород.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

$\text{NH}_3$	$\rho = \frac{m}{V}$ $m = n \cdot M$ $n = \frac{V}{V_m}$	$M(\text{NH}_3) = 3 \cdot 1 + 14 = 17 \text{ г/моль}$ $\rho = 17 \text{ (г/моль)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 0,76 \text{ г/л}$ Ответ: $\rho(\text{NH}_3) = 0,76 \text{ г/л}$ .
$\rho \text{ — ?}$		

$$\frac{\text{HCl}}{\rho \text{ — ?}} \left| \rho = \frac{M}{V_m} \right. \left. \begin{array}{l} M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ г/моль} \\ \rho(\text{HCl}) = 36,5 \text{ (г/моль)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 1,63 \text{ г/л} \\ \text{Ответ: } \rho(\text{HCl}) = 1,63 \text{ г/л.} \end{array} \right.$$

$$\frac{\text{CO}_2}{\rho \text{ — ?}} \left| \rho = \frac{M}{V_m} \right. \left. \begin{array}{l} M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ г/моль} \\ \rho(\text{CO}_2) = 44 \text{ (г/моль)} : 22,4 \text{ (л/моль)} = 1,96 \text{ г/л} \\ \text{Ответ: } \rho(\text{CO}_2) = 1,96 \text{ г/л.} \end{array} \right.$$

**Ответ на вопрос 4 (4).**

$$\frac{m(\text{CO}_2) = 1 \text{ г}}{N(\text{CO}_2) \text{ — ?}} \left| \begin{array}{l} N = n \cdot N_A \\ n = \frac{m}{M} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ г/моль} \\ n(\text{CO}_2) = 1 \text{ г} : 44 \text{ (г/моль)} = 0,023 \text{ моль} \\ N(\text{CO}_2) = 0,023 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = \\ = 1,38 \cdot 10^{22} \text{ молекул} \end{array} \right.$$

$$\frac{m(\text{HCl}) = 1 \text{ г}}{N(\text{HCl}) \text{ — ?}} \left| \begin{array}{l} N = n \cdot N_A \\ n = \frac{m}{M} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ г/моль} \\ n(\text{HCl}) = 1 \text{ г} : 36,5 \text{ (г/моль)} = 0,027 \text{ моль} \\ N(\text{HCl}) = 0,027 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = \\ = 1,62 \cdot 10^{22} \text{ молекул} \end{array} \right.$$

$$\frac{m(\text{H}_3\text{N}) = 1 \text{ г}}{N(\text{H}_3\text{N}) \text{ — ?}} \left| \begin{array}{l} N = n \cdot N_A \\ n = \frac{m}{M} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} M(\text{H}_3\text{N}) = 3 \cdot 1 + 14 = 17 \text{ г/моль} \\ n(\text{H}_3\text{N}) = 1 \text{ г} : 17 \text{ (г/моль)} = 0,059 \text{ моль} \\ N(\text{H}_3\text{N}) = 0,059 \text{ моль} \cdot 6 \cdot 10^{23} \left( \frac{\text{молекул}}{\text{моль}} \right) = \\ = 3,53 \cdot 10^{22} \text{ молекул} \end{array} \right.$$

Ответ:  $N(\text{CO}_2) = 1,38 \cdot 10^{22}$  молекул;  $N(\text{HCl}) = 1,62 \cdot 10^{22}$  молекул;  $N(\text{H}_3\text{N}) = 3,53 \cdot 10^{22}$  молекул.

**Ответ на вопрос 5 (5).**

$\text{SiO}_2$  — оксид кремния;  $\text{H}_2\text{O}$  — оксид водорода;  $\text{CO}_2$  — оксид углерода (IV);  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — оксид железа (III);  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  — оксид железа (II, III);  $\text{CO}$  — оксид углерода (II);  $\text{CaO}$  — оксид кальция;  $\text{HCl}$  — хлорид водорода;  $\text{H}_3\text{N}$  — нитрид водорода

**Ответ на вопрос 6 (6).**

Сосуд для собирания аммиака должен располагаться вверх дном, т.к. аммиак легче воздуха, а для собирания  $\text{CO}_2$  вниз дном, т.к.  $\text{CO}_2$  тяжелее воздуха.

## § 19 (19). Основания

**Ответ на вопрос 1 (1).**

$\text{NaOH}$  и  $\text{KOH}$  называют едкими щелочами, т.к. они очень едки, т.е. разъедают кожу, ткани, бумагу и другие материалы.

**Ответ на вопрос 2 (2).**

Гидроксид хрома (II)  $\text{Cr}^{+2}(\text{OH})_2$ , гидроксид меди (I)  $\text{CuOH}$ .

Эти вещества окраску индикаторов не изменяют, т.к. являются нерастворимыми основаниями.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

$\text{Fe}^{+2}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}^{+2}\text{O}$  оксид железа (II);  $\text{Fe}^{+3}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2^{+3}\text{O}_3$  оксид железа (III);  $\text{Cu}^{+2}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}^{+2}\text{O}$  оксид меди (II)

**Ответ на вопрос 4 (4).**

$\text{Cu}^{+2}\text{O} \rightarrow \text{Cu}^{+2}(\text{OH})_2$  гидроксид меди (II);  $\text{Fe}^{+2}\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{+2}(\text{OH})_2$  гидроксид железа (II);  $\text{Mg}^{+2}\text{O} \rightarrow \text{Mg}^{+2}(\text{OH})_2$  гидроксид магния

**Ответ на вопрос 5 (5).**

$m(\text{NaOH}) = 120 \text{ г}$	$n = \frac{m}{M}$	$M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ г/моль}$
$n(\text{NaOH}) = ?$		$n(\text{NaOH}) = 120 \text{ г} : 40 \text{ (г/моль)} = 3 \text{ моль}$ Ответ: $n(\text{NaOH}) = 3 \text{ моль}$ .

$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 49 \text{ г}$	$n = \frac{m}{M}$	$M(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 64 + 2(1 + 16) = 98 \text{ г/моль}$
$n = ?$		$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 49 \text{ г} : 98 \text{ (г/моль)} = 0,5 \text{ моль}$ Ответ: $n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,5 \text{ моль}$ .

**Ответ на вопрос 6 (6).**

$n(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 5 \text{ моль}$	$m = M \cdot n$	$M(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 56 + 2(1 + 16) = 90 \text{ г/моль}$
$n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,5 \text{ моль}$		$M(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 56 + 3(1 + 16) = 107 \text{ г/моль}$
$m = ?$		$m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 5 \text{ моль} \cdot 90 \text{ (г/моль)} = 450 \text{ г}$
		$m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,5 \text{ моль} \cdot 107 \text{ (г/моль)} = 53,5 \text{ г}$ Ответ: $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 450 \text{ г}$ , $m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 53,5 \text{ г}$

## § 20 (20). Кислоты

**Ответ на вопрос 1 (1).**

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| а) $\text{H}_3\text{PO}_4$                       | б) кислородсодержащая |
| в) трехосновная                                  | г) растворима в воде  |
| д) $\text{H}_3^{+1}\text{P}^{+5}\text{O}_4^{-2}$ | е) $\text{PO}_4^{3-}$ |
| ж) $\text{P}_2^{+5}\text{O}_5$                   |                       |

**Ответ на вопрос 2 (2).**

При разбавлении  $\text{H}_2\text{SO}_4$  водой выделяется очень большое количество теплоты, так что вода закипает и может выбросить брызги кислоты на лицо и руки. Т.к. плотность кислоты больше плотности воды, то при приливании кислоты к воде тонкой струей кислота сразу опускается на дно сосуда и разбрызгивания не происходит.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| $\text{N}_2^{+3}\text{O}_3 \rightarrow \text{HN}^{+3}\text{O}_2$        | — | оксид азота (III) $\rightarrow$ азотистая кислота  |
| $\text{C}^{+4}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C}^{+4}\text{O}_3$ | — | оксид углерода (IV) $\rightarrow$ угольная кислота |

$P_2^{+5}O_5 \rightarrow H_3P^{+5}O_4$  — оксид фосфора (V)  $\rightarrow$  фосфорная кислота

$SiO_2 \rightarrow H_2SiO_3$  — оксид кремния  $\rightarrow$  кремниевая кислота

$SO_2 \rightarrow H_2SO_3$  — оксид серы (IV)  $\rightarrow$  сернистая кислота

**Ответ на вопрос 4 (4).**

$N_2^{+3}O_3 \rightarrow$  азотистая кислота  $HN^{+3}O_2$

$N_2^{+5}O_5 \rightarrow$  азотная кислота  $HN^{+5}O_3$

$S^{+6}O_3 \rightarrow$  серная кислота  $H_2S^{+6}O_4$

$CO_2 \rightarrow$  угольная кислота  $H_2CO_3$

**Ответ на вопрос 5 (5).**

$m(H_2SO_4)=490 \text{ г}$	$n = \frac{m}{M}$	$M(H_2SO_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ г/моль}$
$m(H_3PO_4)=98 \text{ г}$		$M(H_3PO_4) = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ г/моль}$
$n(H_2SO_4) \text{ --- ?}$		$n(H_2SO_4) = 490 \text{ (г)} : 98 \text{ (г/моль)} = 5 \text{ моль}$
$n(H_3PO_4) \text{ --- ?}$		$n(H_3PO_4) = 9,8 \text{ (г)} : 98 \text{ (г/моль)} = 0,1 \text{ моль}$
		Ответ: $n(H_2SO_4)=5 \text{ моль}$ , $n(H_3PO_4)=0,1 \text{ моль}$

## § 21 (21). Соли

**Ответ на вопрос 1 (1).**

$NaNO_3$  — нитрат натрия — растворим

$Na_2SO_4$  — сульфат натрия — растворим

$Na_3PO_4$  — фосфат натрия — растворим

$Ca(NO_3)_2$  — нитрат кальция — растворим

$CaSO_4$  — сульфат кальция — малорастворим

$Ca_3(PO_4)_2$  — фосфат кальция — нерастворим

$Al(NO_3)_3$  — нитрат алюминия — растворим

$Al_2(SO_4)_3$  — сульфат алюминия — растворим

$AlPO_4$  — фосфат алюминия — нерастворим

**Ответ на вопрос 2 (2).**

а)  $K_2CO_3$  — карбонат калия;  $PbS$  — сульфид свинца (II);  $Fe(NO_3)_3$  — нитрат железа (III)

б)  $PbCl_4$  — хлорид свинца (IV);  $Mg_3(PO_4)_2$  — фосфат магния;  $Al(NO_3)_3$  — нитрат алюминия

**Ответ на вопрос 3 (3).**

а) оксиды:  $SO_3$  оксид серы (VI);  $N_2O_3$  оксид азота (III);  $Cu_2O$  оксид меди (I);  $P_2O_5$  оксид фосфора (V)

б) кислоты:  $H_2S$  сероводородная кислота;  $H_3PO_4$  фосфорная кислота

в) основания:  $KOH$  гидроксид калия;  $Fe(OH)_3$  гидроксид железа (III)

г) соли:  $K_2SO_3$  сульфит калия;  $Cu_3(PO_4)_2$  фосфат меди (II)

## § 22 (22). Кристаллические решетки

### Ответ на вопрос 1 (1).

Нафталин, имея молекулярную кристаллическую решетку, летуч.

### Ответ на вопрос 2 (2).

Для описания характера меланхоличных и флегматичных людей применимы определения: бесхарактерный, бесформенный, мягкий, податливый.

### Ответ на вопрос 3 (3).

Алюминий в природе в самородном виде не встречается. Эрстез впервые получил чистый алюминий и потом его больше не могли найти, считалось, что он очень редкий и поэтому относился к драгоценным металлам.

### Ответ на вопрос 4 (4).

В книге А. Беляева «Продавец воздуха» описание свойств твердого кислорода не приводится, а приводится описание свойств жидкого воздуха: «Жидкий воздух!.. Ведь его плотность в 800 раз больше атмосферной... Жидкий воздух представляет собой легкоподвижную прозрачную жидкость бледно-голубого цвета с температурой минус сто девяносто три градуса Цельсия при нормальном атмосферном давлении... Полученный из аппарата воздух бывает мутным вследствие примесей замерзшей углекислоты, которая в незначительном количестве содержится в воздухе. После фильтрования через бумажный фильтр воздух становится прозрачным и почти не испаряется...».

### Ответ на вопрос 5 (5).

Из 109 известных элементов 88 являются металлами. Естественно, что все физические свойства их сильно различаются, в том числе и температура плавления. Это объясняется природой вещества, плотностью упаковки атомов в кристалле.

### Ответ на вопрос 6 (6).

Кремний является неметаллом, поэтому свойство ковкости ему не присуще, в отличие от свинца, который является металлом, а поэтому пластичен и при ударе расплющивается, а не раскалывается. Кремний имеет атомную кристаллическую решетку и любой его кусок является цельным кристаллом, поэтому при раскалывании происходит разрыв химических связей между атомами, разрыв связей в кристалле, а в случае со свинцом — нет.

## § 23 (23). Чистые вещества и смеси

### Ответ на вопрос 1 (1).

Газообразные смеси: воздух, природный газ.

Жидкие смеси: нефть, молоко.

Твердые смеси: сплавы, стекло.

**Ответ на вопрос 2 (2).**

Дистиллированная вода является особо чистым веществом, т.к. после многократной перегонки доля примесей в ней чрезвычайно мала.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

Криминалисты применяют методы химического анализа для определения причины смерти умершего и установления личностей по анализу ДНК.

Археологи применяют химический анализ для установления возраста раскопок, определения их состава и очищения от временных загрязнений.

Медики — для определения состояния здоровья людей по анализам крови, мочи и т.д.

Искусствоведы — для восстановления яркости красок картин.

**Ответ на вопрос 4 (4).**

а) Смесь из железных и медных опилок можно разделить при помощи магнита (железо притягивается, медь остается).

б) Смесь из порошков серы и железа надо высыпать в стакан с водой. Железо осядет, а сера всплывет. Осгорожно сольем воду, останется железо, а воду пропустим через фильтр, сера осядет на фильтре.

## § 24 (24). Массовая и объемная доли компонентов смеси (раствора)

**Ответ на вопрос 1 (1).**

$m_{\text{соли}} = 100 \text{ г}$	$\omega = \frac{m_{\text{соли}}}{m_{\text{р-ра}}}$
$V(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ л}$	
$m_{\text{р-ра}} = 500 \text{ г}$	
$\omega(\text{CuSO}_4) \text{ — ?}$	
$m(\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?}$	$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{соли}} + m(\text{H}_2\text{O})$
$m(\text{CuSO}_4) \text{ — ?}$	$m(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho$
	$m(\text{CuSO}_4) = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$
	$m(\text{H}_2\text{O}) =$
	$= m_{\text{р-ра}} - m(\text{CuSO}_4)$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 8 \cdot 10^3 \cdot 1 = 8000 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 100 \text{ г} + 8000 \text{ г} = 8100 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 100 \text{ г} : 8100 \text{ г} = 0,012 \text{ или } 1,2\%$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,012 \cdot 500 \text{ г} = 6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 500 - 6 \text{ г} = 494 \text{ г}$$

Ответ:  $\omega(\text{CuSO}_4) = 1,2\%$   
 $m(\text{CuSO}_4) = 6 \text{ г}$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 494 \text{ г}$ .

**Ответ на вопрос 2 (2).**

$m_{\text{р-ра}} = 30 \text{ г}$	$m(\text{I}_2) = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$
$\omega(\text{I}_2) = 5\% \text{ или } 0,05$	
$m(\text{I}_2) \text{ — ?}$	
$m_{\text{спирта}} \text{ — ?}$	
	$m_{\text{сп}} = m_{\text{р-ра}} - m(\text{I}_2)$

$$m(\text{I}_2) = 0,05 \cdot 30 \text{ г} = 1,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{спирта}} = 30 \text{ г} - 1,5 \text{ г} = 28,5 \text{ г}$$

Ответ:  $m(\text{I}_2) = 1,5 \text{ г}$   
 $m_{\text{спирта}} = 28,5 \text{ г}$

**Ответ на вопрос 3 (3).**

$m_{\text{р-ра}} = 500 \text{ г}$	$n = \frac{m}{M}$
$\omega_{\text{сп}} = 40\%$	
$n_{\text{спирта}} \text{ — ?}$	
	$m = \omega \cdot m_{\text{р-ра}}$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 16 = 46 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 0,4 \cdot 500 \text{ г} = 200 \text{ г}$$

$$n_{\text{спирта}} = 200 \text{ г} : 46 \text{ г/моль} = 4,35 \text{ моль}$$

Ответ: 4,35 моль



**Ответ на вопрос 4 (4).**

$m_{\text{снл}} = 3,75$	$m(\text{Au}) = \omega \cdot m_{\text{снл}}$	$m(\text{Au}) = 0,583 \cdot 3,75 \text{ г} \approx 2,186 \text{ г}$
$\omega(\text{Au}) = 0,583$	$m(\text{Ag}) = m_{\text{снл}} - m(\text{Au})$	$m(\text{Ag}) = 3,75 \text{ г} - 2,186 \text{ г} = 1,564 \text{ г}$
$n(\text{Au}) - ?$	$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})}$	$n(\text{Ag}) = 1,564 \text{ г} : 108 \text{ г/моль} = 0,014 \text{ моль}$
$n(\text{Ag}) - ?$	$n(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{M(\text{Au})}$	$n(\text{Au}) = 2,186 \text{ г} : 197 \text{ г/моль} = 0,011 \text{ моль}$
		Ответ: $n(\text{Ag}) = 0,014 \text{ моль}$
		$n(\text{Au}) = 0,011 \text{ моль}$

**Ответ на вопрос 5 (5).**

$m_{\text{p-ра}} = 250 \text{ г}$	$\omega'(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m'_{\text{p-ра}}}$	$m'_{\text{p-ра}} = 250 \text{ г} - 100 \text{ г} = 150 \text{ г}$
$\omega(\text{KCl}) = 0,2$		$m(\text{KCl}) = 0,2 \cdot 250 \text{ г} = 50 \text{ г}$
$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ г}$	$m'_{\text{p-ра}} = m_{\text{p-ра}} - m(\text{H}_2\text{O})$	$\omega'(\text{KCl}) = 50 \text{ г} : 150 \text{ г} = 0,33$
$\omega'(\text{KCl}) - ?$	$m(\text{KCl}) = m_{\text{p-ра}} \cdot \omega(\text{KCl})$	Ответ: $\omega'(\text{KCl}) = 0,33$ или 33%

**Ответ на вопрос 6 (6).**

$m_{\text{p-ра}} = 180 \text{ г}$	$\omega'(\text{NaOH}) = \frac{m'(\text{NaOH})}{m'_{\text{p-ра}}}$	$m'_{\text{p-ра}} = 180 \text{ г} + 20 \text{ г} = 200 \text{ г}$
$\omega(\text{NaOH}) = 0,15$		$m(\text{NaOH}) = 0,15 \cdot 180 \text{ г} = 27 \text{ г}$
$m''(\text{NaOH}) = 20 \text{ г}$	$m'(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) + m''(\text{NaOH})$	$m'(\text{NaOH}) = 27 \text{ г} + 20 \text{ г} = 47 \text{ г}$
$\omega'(\text{NaOH}) - ?$	$m(\text{NaOH}) = \omega(\text{NaOH}) \cdot m_{\text{p-ра}}$	$\omega'(\text{NaOH}) = 47 \text{ г} : 200 \text{ г} = 0,235$ или 23,5%
	$m'_{\text{p-ра}} = m_{\text{p-ра}} + m''(\text{NaOH})$	Ответ: $\omega'(\text{NaOH}) = 0,235$ или 23,5%

**Ответ на вопрос 7 (7).**

$m'_{\text{p-ра}} = 240 \text{ г}$	$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m'(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m'_{\text{p-ра}}}$	$m_{\text{p-ра}} = 240 \text{ г} + 180 \text{ г} = 420 \text{ г}$
$\omega'(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,3$		$m'(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,3 \cdot 240 \text{ г} = 72 \text{ г}$
$m''_{\text{p-ра}} = 180 \text{ г}$	$m_{\text{p-ра}} = m'_{\text{p-ра}} + m''_{\text{p-ра}}$	$m''(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \cdot 180 \text{ г} = 9 \text{ г}$
$\omega''(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$	$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m'(\text{H}_2\text{SO}_4) + m''(\text{H}_2\text{SO}_4)$	$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 72 \text{ г} + 9 \text{ г} = 81 \text{ г}$
$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) - ?$	$m'(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega'(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m'_{\text{p-ра}}$	$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 81 \text{ г} : 420 \text{ г} = 0,193$ или 19,3%
	$m''(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega''(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot m''_{\text{p-ра}}$	Ответ: $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,193$ или 19,3%

## Глава 4 (4). Изменения, происходящие с веществами

### § 25 (25). Физические явления в химии

#### Ответ на вопрос 1 (1).

В романе А. Беляева описан способ разделения смесей методом дистилляции (перегонки): «...При испарении жидкого воздуха сначала выделяется кипящий азот, точка кипения которого минус сто девяносто четыре градуса Цельсия, потом аргон...»

#### Ответ на вопрос 2 (2).

Поверье, что рассыпанная соль к ссоре пошло с далеких времен, когда соль стоила очень дорого и пустая растрата такого дорогого продукта неизбежно вела к ссоре. Чтобы люди, рассыпая соль, не поругались, необходимо каждому через левое плечо перекинуть три щепотки соли. Эта примета была придумана много позже, когда люди уже могли спокойно позволить себе рассыпать эту соль, не переживая за ее стоимость.

#### Ответ на вопрос 3 (3).

а) Смесью надо насыпать в стакан с водой. Соль растворится, а порошок нет, затем отфильтровать. Порошок осядет на фильтре. Раствор соли затем выпарить.

б) Спирт и воду можно разделить методом перегонки, т.к. температура кипения спирта 78,3 °С, а воды 100 °С.

в) Бензин и воду можно разделить отстаиванием, т.к. плотность бензина 800 г/л, а воды 1000 г/л, то бензин всплывет.

#### Ответ на вопрос 4 (4).

В походных условиях используют отстаивание — взвешенные частички оседают, а для обеззараживания — кипячение.

#### Ответ на вопрос 5 (5).

Работники элеваторов надевают маски, т.к. при просеивании и сортировке мельчайшие частички мусора и пыли поднимаются в воздух и могут при вдыхании попасть в легкие и вызвать, при регулярном вдыхании их, различные аутоиммунные заболевания.

#### Ответ на вопрос 6 (6).

Чтобы очистить заварку от чаинок, используется фильтрование (ситечко).

### § 26 (26). Химические реакции

#### Ответ на вопрос 1 (1).

Если в чай опустить кусочек лимона, то изменяется цвет чая, он становится более бледным и светлым, т.к. чай является индикатором.

### **Ответ на вопрос 2 (2).**

Выделяются пузырьки газа.

### **Ответ на вопрос 3 (3).**

Со временем на медных монетах появляется зеленый налет, а на серебряных изделиях черный, потому медь реагирует с углекислым газом и парами воды, образуя основной карбонат меди  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ , а серебро окисляется сероводородом до черного сульфида серебра  $\text{Ag}_2\text{S}$ . От этих налетов можно избавиться, протерев их ватой, смоченной нашатырным спиртом.

### **Ответ на вопрос 4 (4).**

Во-первых, сейчас в фотоаппаратах используются электрические лампы в качестве вспышки, а не горение магния.

Во-вторых, магний сгорает мгновенно и такие вспышки не могут быть непрерывными.

### **Ответ на вопрос 5 (5).**

Огнетушители — аппараты для тушения начинающихся пожаров с помощью различных огнегасительных веществ, они находятся в постоянной готовности к действию; обычно представляют собой прочные металлические сосуды цилиндрической формы разных объемов. Огнетушители разделяются на жидкостные, пенные, газовые и сухие (порошковые). Жидкостные действуют струей водного раствора солей, пенные — струей химической или воздушно-механической пены, газовые — углекислым газом или парами четыреххлористого углерода, сухие — струей порошкообразной смеси минеральных солей  $(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ .

Выбрасывание огнегасительного вещества происходит под действием:

- а) собственного давления (углекислотные);
- б) под давлением углекислого газа, образующегося в момент приведения огнетушителя в действие в результате химической реакции (химические пенные);
- в) механически с помощью сжатого газа, находящегося в отдельном баллоне или непосредственно в корпусе.

Конструкции огнетушителей определяются их назначением и видом используемого огнегасительного вещества.

Так, например, углекислотные огнетушители имеют специальные вентили, сифонные трубки для выпуска жидкой углекислоты и диффузоры, способствующие образованию твердой углекислоты. Наиболее распространены химические пенные огнетушители или углекислотные.

Огнетушители, действующие водными растворами солей, а также жидкостные химические огнетушители применяются главным образом для тушения загораний твердых материалов. Густопенные химические огнетушители эффективно тушат также загорания горючих жидкостей. Газовые используются для тушения пожаров электрооборудования, на автомашинах, в архивах.

### Ответ на вопрос 6 (6).

При тушении нефтепродуктов водой, т.к. их плотность меньше, они покрывают воду тонким слоем и тем самым увеличивают площадь пожара, поэтому лучше их тушить песком (на всех автозаправочных станциях есть большой запас песка).

При тушении водой электропроводов вода может проводить электрический ток, что может привести к большому количеству пострадавших, поэтому лучше в таких случаях использовать газовые огнетушители.

## § 27 (27). Химические уравнения

### Ответ на вопрос 1 (1).

- а)  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$  реакция эндотермическая, разложения,  
б)  $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4$  реакция экзотермическая, соединения.

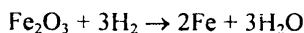
### Ответ на вопрос 2 (2).

- а) (а)  $3\text{CuCl}_2 + 2\text{Al} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Cu}$ , — реакция замещения  
хлорид алюминий хлорид медь  
меди(II) алюминия
- б) (б)  $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$ , — реакция соединения  
фосфор кислород оксид фосфора(V)
- в) (в)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$  — реакция обмена  
сульфат гидроксид гидроксид сульфат  
железа(III) калия железа(III) калия
- г) (г)  $2\text{CuOH} = \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  — реакция разложения  
гидроксид оксид вода  
меди(I) меди(I)
- д) (н)  $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$  — реакция замещения  
сероуглерод углекислый газ сернистый газ
- е) (н)  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  — реакция замещения  
ацетилен углекислый газ вода
- ж) (н)  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$  — реакция замещения  
колчедан углекислый газ сернистый газ

### Ответ на вопрос 3 (3).

- а)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ , реакция обмена  
б)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ , реакция соединения  
в)  $3\text{FeO} + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Fe}$ , реакция замещения  
г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ , реакция разложения

### Ответ на вопрос 4 (4).

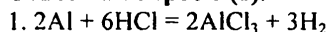


Данное уравнение реакции показывает, что оксид железа (III) можно восстановить водородом, при этом образуются железо и вода.

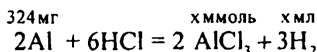
Если в реакцию вступает 1 моль  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , то чтобы реакция прошла до конца необходимо 3 моля  $\text{H}_2$ , что соответствует 67,2 л. При этом образуется 2 моля железа и 3 моля воды, что соответствует  $1,8 \cdot 10^{24}$  молекул.

## § 28 (28). Расчеты по химическим уравнениям

**Ответ на вопрос 1 (1).**

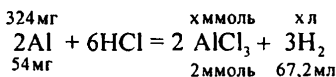


2.  $\omega_{\text{чист}}(\text{Al}) = 1 - 0,4 = 0,6$ ;  $m_{\text{чист}}(\text{Al}) = 540 \text{ мг} \cdot 0,6 = 324 \text{ мг}$



3. а)  $m(2\text{Al}) = M(\text{Al}) \cdot n = 27 \text{ мг/ммоль} \cdot 2 \text{ ммоль} = 54 \text{ мг}$

б)  $V(3\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ мл/ммоль} \cdot 3 \text{ ммоль} = 67,2 \text{ мл}$

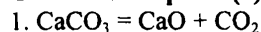


4.  $\frac{324}{54} = \frac{x}{67,2}$ ;  $x = \frac{324 \cdot 67,2}{54} = 403,2 \text{ мл} (\text{H}_2)$

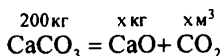
$\frac{324}{54} = \frac{x}{2}$ ;  $x = \frac{2 \cdot 324}{54} = 12 \text{ ммоль} (\text{AlCl}_3)$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 403,2 \text{ мл}$ ,  $n(\text{AlCl}_3) = 12 \text{ ммоль}$

**Ответ на вопрос 2 (2).**



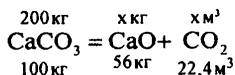
2.  $\omega_{\text{чист}}(\text{CaCO}_3) = 1 - 0,2 = 0,8$ ;  $m_{\text{чист}}(\text{CaCO}_3) = 250 \text{ кг} \cdot 0,8 = 200 \text{ кг}$



3. а)  $m(\text{CaCO}_3) = M(\text{CaCO}_3) \cdot n = 100 \text{ кг/кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 100 \text{ кг}$

б)  $m(\text{CaO}) = M(\text{CaO}) \cdot n = 56 \text{ кг/кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 56 \text{ кг}$

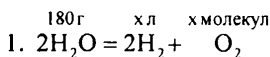
в)  $V(\text{CO}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль} \cdot 1 \text{ кмоль} = 22,4 \text{ м}^3$



4. а)  $\frac{200}{100} = \frac{x}{56}$ ;  $x = \frac{56 \cdot 200}{100} = 112 \text{ кг} (\text{CaO})$

б)  $\frac{200}{100} = \frac{x}{22,4}$ ;  $x = \frac{22,4 \cdot 200}{100} = 44,8 \text{ м}^3 (\text{CO}_2)$

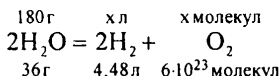
Ответ:  $m(\text{CaO}) = 112 \text{ кг}$ ,  $V(\text{CO}_2) = 44,8 \text{ м}^3$ .

**Ответ на вопрос 3 (3).**

$$2. \text{а) } m(2\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}_2\text{O}) \cdot n = 18 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 36 \text{ г}$$

$$\text{б) } V(2\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 44,8 \text{ л}$$

$$\text{в) } N(\text{O}_2) = N_A \cdot n = 6 \cdot 10^{23} \text{ молекул/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 6 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$



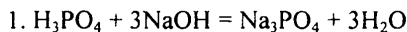
$$3. \frac{180}{36} = \frac{x}{44,8}; \quad x = \frac{44,8 \cdot 180}{36} = 224 \text{ л (H}_2\text{)}$$

$$\frac{180}{36} = \frac{x}{6 \cdot 10^{23}}; \quad x = \frac{180 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{36} = 3 \cdot 10^{24} \text{ молекул (O}_2\text{)}$$

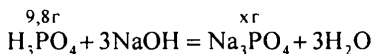
Ответ:  $V(\text{H}_2) = 224 \text{ л}$ ,  $N(\text{O}_2) = 3 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$ .

**Ответ на вопрос 4 (4).**

Сколько граммов соли получится при нейтрализации 49 г раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  гидроксидом натрия, если известно, что массовая доля  $\text{H}_3\text{PO}_4$  равна 20%?

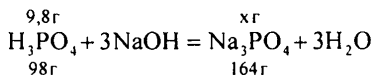


$$2. m_{\text{чист}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \cdot 49 = 9,8 \text{ г}$$



$$3. \text{а) } m(\text{H}_3\text{PO}_4) = M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot n = 98 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 98 \text{ г}$$

$$\text{б) } m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = M(\text{Na}_3\text{PO}_4) \cdot n = 164 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 164 \text{ г}$$

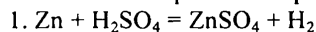


$$4. \frac{9,8}{98} = \frac{x}{164}; \quad x = \frac{164 \cdot 9,8}{98} = 16,4 \text{ г (Na}_3\text{PO}_4\text{)}$$

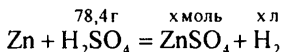
Ответ:  $m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 16,4 \text{ г}$

**Ответ на вопрос 5 (5).**

Какой объем водорода выделится при взаимодействии 196 г 40% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с необходимым по реакции количеством цинка. Какое количество соли при этом образуется?

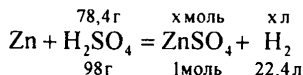


$$2. m_{\text{чист}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 196 \text{ г} \cdot 0,4 = 78,4 \text{ г}$$



$$3. \text{ а) } m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot n = 98 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 98 \text{ г}$$

$$\text{ б) } V(\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л}$$



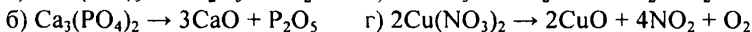
$$4. \frac{78,4}{98} = \frac{x}{22,4}; \quad x = \frac{22,4 \cdot 78,4}{98} = 17,92 \text{ л (H}_2\text{)}$$

$$\frac{78,4}{98} = \frac{x}{1}; \quad x = \frac{78,4}{98} = 0,8 \text{ моль (ZnSO}_4\text{)}$$

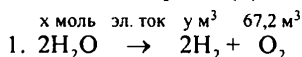
$$\text{ Ответ: } V(\text{H}_2) = 17,92 \text{ л, } n(\text{ZnSO}_4) = 0,8 \text{ моль.}$$

## § 29 (н). Реакции разложения

**Ответ на вопрос 1 (н).**



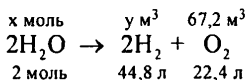
**Ответ на вопрос 2 (н).**



$$2. \text{ а) } V(2\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ моль}$$

$$\text{ б) } V(2\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 2 = 44,8 \text{ л}$$

$$\text{ в) } V(\text{O}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ л}$$



$$3. \frac{y}{44,8} = \frac{67,2}{22,4}; \quad y = \frac{44,8 \cdot 67,2}{22,4} = 134,4 \text{ м}^3 (\text{H}_2)$$

$$\frac{x}{2} = \frac{67,2}{22,4}; \quad x = \frac{2 \cdot 67,2}{22,4} = 6 \text{ моль (H}_2\text{O)}$$

$$\text{ Ответ: } V(\text{H}_2) = 134,4 \text{ м}^3, n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \text{ моль.}$$

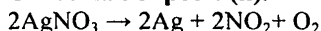
**Ответ на вопрос 3 (н).**

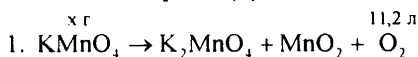
По признаку поглощения выделения теплоты реакции делятся на:

- экзотермические — протекающие с выделением
- эндотермические — протекающие с поглощением.

Реакции, протекающие в присутствии катализатора, можно назвать каталитическими, в присутствии фермента — ферментативными (энзимными).

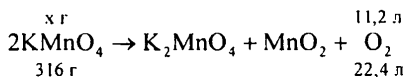
**Ответ на вопрос 4 (н).**



**Ответ на вопрос 5 (н).**

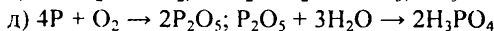
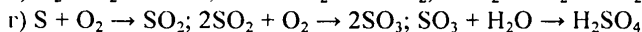
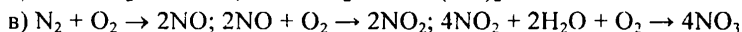
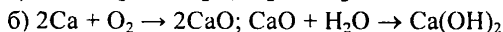
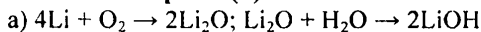
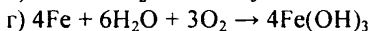
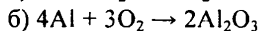
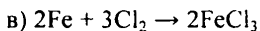
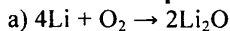
$$2. \text{a) } m(2\text{KMnO}_4) = m(\text{KMnO}_4) \cdot n = 158 \cdot 2 = 316 \text{ г}$$

$$\text{б) } V(\text{O}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ л}$$



$$3. \frac{x}{316} = \frac{11,2}{22,4}; \quad x = \frac{316 \cdot 11,2}{22,4} = 158 \text{ г KMnO}_4$$

Ответ:  $m(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ г}$ .

**Ответ на вопрос 6 (н).****§ 30 (н). Реакции соединения****Ответ на вопрос 1 (н).****Ответ на вопрос 2 (н).****Ответ на вопрос 3 (н).**

Массовая доля кислорода больше в оксиде серы (VI), это видно из формул (оксид серы (IV) —  $\text{SO}_2$ , оксид серы (VI) —  $\text{SO}_3$ ), здесь на 1 атом серы приходится 3 атома кислорода, а в другой молекуле всего лишь 2.

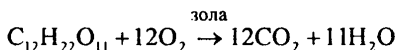
$$\text{SO}_2: \omega(\text{O}) = \frac{2A_r(\text{O})}{M_r(\text{SO}_2)} = \frac{2 \cdot 16}{64} = 0,5; \quad \text{SO}_3: \omega(\text{O}) = \frac{3A_r(\text{O})}{M_r(\text{SO}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{80} = 0,6$$

**Ответ на вопрос 4 (н).**

Поскольку большинство реакций соединения — экзотермические, то для их проведения необходима только первоначальная подача тепла, а для реакций разложения, которые в большинстве своем эндотермические — необходим постоянный подвод тепла.

**Ответ на вопрос 5 (н).**

Пепел (зола) является катализатором реакции горения сахара





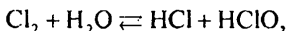
**Ответ на вопрос 6 (н).**

Ферменты амилаза и мальтаза катализируют расщепление углеводов в ротовой полости.

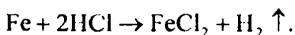
Фермент химотрипсин катализирует гидролиз белков в кишечнике. Фермент фенилкетонураза способствует превращению фенилаланина.

**Ответ на вопрос 7 (н).**

В этом процессе вода играет главную роль, т.к. при взаимодействии хлора с водой образуется смесь кислот



которые, реагируя с железом, растворяют его

**Ответ на вопрос 8 (н).**

$4\text{P} + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5$  — реакция соединения, реакция необратимая, некаталитическая, экзотермическая.

$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$  — реакция соединения, необратимая, некаталитическая, экзотермическая

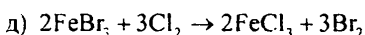
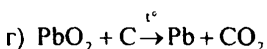
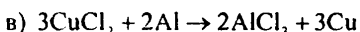
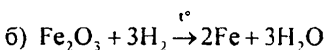
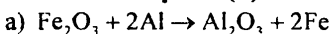
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  — реакция соединения, обратимая, каталитическая, экзотермическая

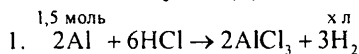
$4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$  — реакция соединения, обратимая, некаталитическая, экзотермическая.

**§ 31 (н). Реакции замещения****Ответ на вопрос 1 (н).**

Реакции замещения — такие реакции, в результате которых атомы простого вещества замещают атомы одного из химических элементов в сложном веществе.

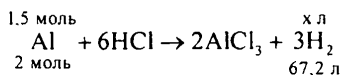
В результате реакций замещения, в отличие от реакций соединения и разложения, нет ограничений ни по числу реагентов, ни по числу продуктов реакции.

**Ответ на вопрос 2 (н).**

**Ответ на вопрос 3 (н).**

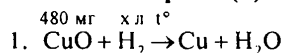
2. а)  $n(\text{Al}) = 2 \text{ моль}$ ;

б)  $V(\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 3 = 67,2 \text{ л}$



3.  $\frac{1,5}{2} = \frac{x}{67,2}$ ;  $x = \frac{67,2 \cdot 1,5}{2} = 50,4 \text{ л (H}_2\text{O)}$

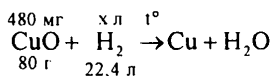
Ответ:  $V(\text{H}_2) = 50,4 \text{ л (H}_2\text{O)}$ .

**Ответ на вопрос 4 (н).**

$m(\text{CuO}) = m_{\text{обр}} \cdot H_2(\text{CuO}) = 640 (1 - 0,25) = 480 \text{ мг}$ .

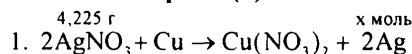
2. а)  $m(\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot n = 80 \cdot 1 = 80 \text{ г}$ .

б)  $V(\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ л}$



3.  $\frac{480}{80} = \frac{x}{22,4}$ ;  $x = \frac{480 \cdot 22,4}{80} = 134,4 \text{ мл (H}_2\text{)}$

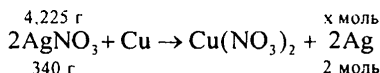
Ответ:  $V(\text{H}_2) = 134,4 \text{ мл}$ .

**Ответ на вопрос 5 (н).**

$m(\text{AgNO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{AgNO}_3) = 169 \cdot 0,025 = 4,225 \text{ г}$

2. а)  $m(\text{AgNO}_3) = M(\text{AgNO}_3) \cdot n = 170 \cdot 2 = 340 \text{ г}$ .

б)  $n(\text{Ag}) = 2 \text{ моль}$



3.  $\frac{4,225}{340} = \frac{x}{2}$ ;  $x = \frac{4,225 \cdot 2}{340} = 0,025 \text{ моль}$

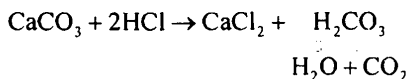
Ответ:  $n(\text{Ag}) = 0,025 \text{ моль}$ .

**§ 32 (н). Реакции обмена****Ответ на вопрос 1 (н).**

Реакции обмена — реакции, в результате которых 2 сложных вещества обмениваются своими составными частями.

**Ответ на вопрос 2 (н).**

Как правило (если эта реакция идет), такая реакция включает в себя также и разложение образующейся неустойчивой угольной кислоты. Например,

**Ответ на вопрос 3 (н).**

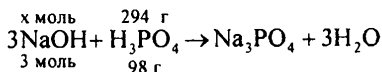
- а)  $3\text{CaCl}_2 + 2\text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{KCl}$   
 б)  $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$   
 в)  $2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{HCl}$

**Ответ на вопрос 4 (н).**

- а)  $\text{BaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} \downarrow$   
 б)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{KNO}_3$   
 в)  $3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{HNO}_3$

**Ответ на вопрос 5 (н).**

1.  $3\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = 980 \cdot 0,3 = 294 \text{ г}$   
 2. а)  $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot n = 98 \cdot 1 = 98 \text{ г}$   
 б)  $n(\text{NaOH}) = 3 \text{ моль}$

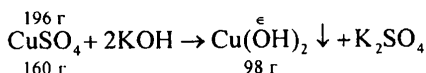


$$3. \frac{x}{3} = \frac{294}{98}; x = \frac{294 \cdot 3}{98} = 9 \text{ моль NaOH}$$

Ответ:  $n(\text{NaOH}) = 9 \text{ моль}$ .

**Ответ на вопрос 6 (н).**

1.  $\text{CuSO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$   
 $m(\text{CuSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{CuSO}_4) = 980 \cdot 0,2 = 196 \text{ г}$   
 2. а)  $m(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \cdot n(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г}$   
 б)  $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = M(\text{Cu}(\text{OH})_2) \cdot n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 98 \cdot 1 = 98 \text{ г}$

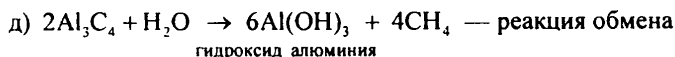
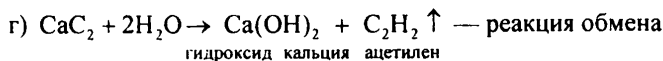
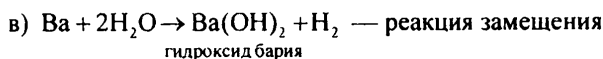


$$3. \frac{196}{160} = \frac{x}{98}; x = \frac{196 \cdot 98}{160} = 120,05 \text{ г Cu}(\text{OH})_2$$

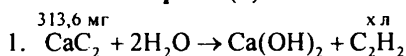
Ответ:  $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 120,05 \text{ г}$ .

### § 33 (н). Типы химических реакций на примере свойств воды

**Ответ на вопрос 1 (н).**



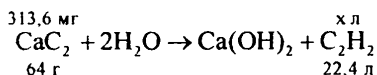
**Ответ на вопрос 2 (н).**



$m(\text{CaC}_2) = m_{\text{обр}} \cdot \omega(\text{CaC}_2) = 320(1 - 0,02) = 313,6 \text{ мг}$

2. а)  $m(\text{CaC}_2) = M(\text{CaC}_2) \cdot n = 64 \cdot 1 = 64 \text{ г.}$

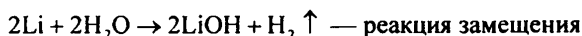
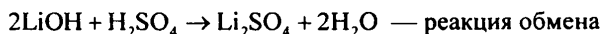
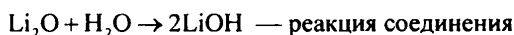
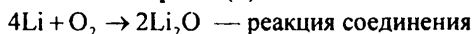
б)  $V(\text{C}_2\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ л}$



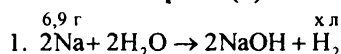
3.  $\frac{313,6}{64} = \frac{x}{22,4}$ ;  $x = \frac{313,6 \cdot 22,4}{64} = 109,76 \text{ г } \text{C}_2\text{H}_2$

Ответ:  $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 109,76 \text{ мл.}$

**Ответ на вопрос 3 (н).**



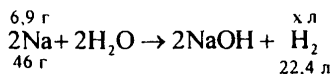
**Ответ на вопрос 4 (н).**



$m(\text{Na}) = m_{\text{обр}} \cdot \omega(\text{Na}) = 9,2(1 - 0,25) = 6,9 \text{ г}$

2. а)  $m(\text{Na}) = M(\text{Na}) \cdot n(\text{Na}) = 23 \cdot 2 = 46 \text{ г}$

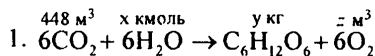
б)  $V(\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ л}$



$$3. \frac{6,9}{46} = \frac{x}{22,4}; x = \frac{6,9 \cdot 22,4}{46} = 3,36 \text{ л H}_2$$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 3,36 \text{ л}$ .

**Ответ на вопрос 5 (н).**

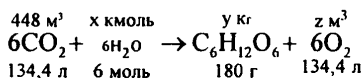


$$2. \text{а) } V(\text{CO}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 6 = 134,4 \text{ л}$$

$$\text{б) } n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \text{ моль}$$

$$\text{в) } m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \cdot 1 = 180 \text{ г}$$

$$\text{г) } V(\text{O}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \cdot 6 = 134,4 \text{ л}$$



$$3. \frac{448}{134,4} = \frac{x}{6}; x = \frac{448 \cdot 6}{134,4} = 20 \text{ кмоль H}_2\text{O}$$

$$\frac{448}{134,4} = \frac{y}{180}; y = \frac{448 \cdot 180}{134,4} = 600 \text{ кг C}_2\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$\frac{448}{134,4} = \frac{z}{134,4}; z = \frac{448 \cdot 134,4}{134,4} = 448 \text{ м}^3 \text{ O}_2$$

Ответ:  $n(\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ кмоль}$ ;  $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 600 \text{ кг}$ ;  $V(\text{O}_2) = 448 \text{ м}^3$ .

## Глава 5 (5). Простейшие операции с веществом (химический практикум)

### *Практическая работа № 2 (2). «Наблюдение за горящей свечой»*

#### **Опыт 1. «Физические явления при горении свечи»**

*Выполнение работы:*

1. Зажгли свечу. Вокруг фитиля парафин начинает таять. Этот процесс называется плавлением.

2. Взяли изогнутую стеклянную трубку. Один конец ее поместили в пламя, другой опустили в пробирку. Стенки пробирки начинают запотевать. Это явление называется конденсация.

Плавление — физический процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкость.

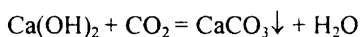
Конденсация — физический процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкость.

#### **Опыт 2. «Обнаружение продуктов горения в пламени».**

*Выполнение работы:*

1. Взяли кусочек жести и закрепили в держателе, внесли в пламя и подержали 5 с. Быстро подняв жечь мы увидим на нижней плоскости темное пятно, которое представляет собой сажу (углерод). Дело в том, что при горении свечи парафин сгорает не полностью и в пламени можно обнаружить раскаленные молекулы углерода, которые оседая на жести образуют черный налет.

2. Взяли сухую пробирку, закрепили ее в держателе и, перевернув верх дном, подержали над пламенем до запотевания. Одним из продуктов горения парафина является вода, которая и конденсируется на стенках пробирки. Вторым продуктом горения является углекислый газ, поэтому при приливании в пробирку известковой воды она мутнеет:



#### **Опыт 3. «Влияние воздуха на горение свечи»**

*Выполнение работы:*

1. Вставили в резиновую грушу стеклянную палочку и подули в пламя горящей свечи воздух, сжимая грушу рукой. Яркость пламени при этом увеличится, т.к. мы увеличили поток кислорода.

2. Прикрепив 2 свечи к фанере, зажжем их и накроем одну поллитровой банкой, другую — двухлитровой. Вторая свеча будет гореть дольше, т.к. у нее был больший запас кислорода, поддерживающего горение.

## **Практическая работа № 3 (3).**

### **«Анализ почвы и воды»**

#### **Опыт 1. «Механический анализ почвы»**

*Выполнение работы:*

В пробирку поместили немного почвы и прилили дистиллированную воду, примерно 15 мл. Закрыли пробирку пробкой и тщательно встряхнули в течение одной минуты. Теперь при помощи лупы наблюдаем за осаждением частиц почвы. Сначала осядут более крупные и тяжелые частички песка и глины, затем более мелкие осадочных пород. Раствор еще очень долго остается мутным — самые мелкие частички длительное время находятся во взвешенном состоянии.

#### **Опыт 2. «Получение почвенного раствора и опыты с ним»**

*Выполнение работы:*

Приготовили бумажный фильтр и вставили его в воронку, закрепленную в кольце штатива. Подставив под воронку пробирку, профильтровали полученную в первом опыте смесь. На фильтре останется почва, а в пробирке фильтрат, представляющий собой почвенный раствор. Поместим несколько капель этого раствора на предметное стекло и поддержим над горелкой до выпаривания. После того как вся вода испарится на стекле останется белый налет, представляющий собой смесь веществ, растворившихся в воде во время перемешивания.

Нанесем стеклянной палочкой раствор на две лакмусовые бумажки: красную и синюю. Обе они окрасятся в фиолетовый цвет, т.е. среда почвенного раствора нейтральная, значит почвы не были ни выщелочены, ни закислены.

#### **Опыт 3. «Определение прозрачности воды»**

*Выполнение работы:*

Возьмем мерный цилиндр без пластмассовой подставки и будем потихоньку приливать туда дистиллированную воду. Даже заполнив сосуд доверху и поместив его на печатный текст, написанное можно будет прочитать.

Затем оставив цилиндр на тексте будем приливать потихоньку воду из водоема. На определенной высоте водного столба текст станет невозможным для понимания. Отметим высоту исчезновения видимости шрифта, измерив ее линейкой.

*Вывод:* Современные водоемы сильно загрязнены и уровень видимости в них чрезвычайно мал.

#### **Опыт 4. «Определение интенсивности запаха воды»**

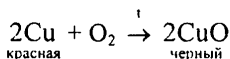
В коническую колбу с пробкой нальем исследуемую воду и сильно встряхнем в закрытом состоянии. Открыв колбу и отметив характер и интенсивность запаха, дадим оценку интенсивности запаха воды в баллах, пользуясь таблицей 8, приведенной в учебнике.

## Практическая работа № 4 (4). «Признаки химических реакций»

**Опыт 1. «Прокаливание медной проволоки и взаимодействие оксида меди (II) с серной кислотой»**

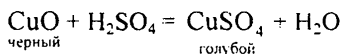
*Выполнение работы:*

Внесли в пламя горелки медную проволоку, происходит нагревание меди и окисление ее на воздухе.



Произошла химическая реакция, образовавшийся черный налет — оксид меди (II).

Счистим образовавшийся налет на лист бумаги. Повторим опыт несколько раз. Полученный налет поместили в пробирку и прилили в нее раствор серной кислоты, смесь подогрели. Весь порошок растворился, раствор стал голубым:



— реакция обмена.

Произошла химическая реакция, образовался сульфат меди (II).

**Опыт 2. «Взаимодействие мрамора с кислотой»**

*Выполнение работы:*

Поместили в химический стакан кусочек мрамора, и прилили в стакан соляной кислоты, ровно столько, чтобы ей покрылся кусочек; наблюдают выделение пузырьков газа.



— реакция обмена.

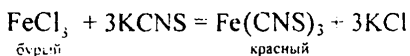
Произошла химическая реакция, мрамор растворился, выделился  $\text{CO}_2$ .

Внесли в стакан зажженную лучинку, она погасла, т.к.  $\text{CO}_2$  не поддерживает горение.

**Опыт 3. «Взаимодействие хлорида железа (III) с роданидом калия».**

*Выполнение работы:*

В пробирку налили 2 мл раствора хлорида железа (III), а затем несколько капель раствора роданида калия, раствор стал ярко-красным:

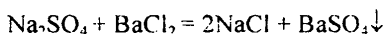


— реакция обмена.

**Опыт 4. «Взаимодействие сульфата натрия с хлоридом бария».**

*Выполнение работы:*

В пробирку налили 2 мл раствора сульфата натрия, затем добавили несколько капель хлорида бария. Наблюдаем выделение белого металлокристаллического осадка:





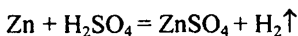
## Практическая работа № 5 (с).

### «Получение водорода и определение его свойств»

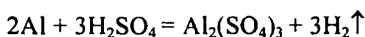
#### Опыт 1. «Получение водорода действием кислоты на металл»

*Выполнение работы:*

В две пробирки поместили по одной грануле цинка и алюминия и прилили в первую пробирку раствор серной кислоты, а во вторую — соляной. Одну пробирку закрыли пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместили в другую пробирку, перевернутую вверх дном.

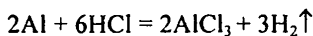


— реакция замещения

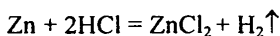


— реакция замещения.

Поднесем спичку к отверстию второй пробирки, куда приливали соляную кислоту, водород будет гореть ровным пламенем.



— реакция замещения



— реакция замещения.

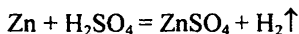
Наблюдаем энергичное выделение водорода.

Сняли пробирку с водородом, полученную в результате первой реакции и поднесли ее отверстием к горячей спиртовке. Водород загорелся, хлопка не было, значит водород собрали чистый. Водород нужно проверять на чистоту для того, чтобы не было примесей воздуха, иначе при смешении с кислородом он может взорваться.

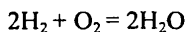
#### Опыт 2. «Горение водорода».

*Выполнение работы:*

Зарядили прибор для получения водорода цинком и раствором серной кислоты. Подожгли водород, выделяющийся из газоотводной трубки, конец которой опущен в химический стакан. Водород загорелся спокойным пламенем. На стенках химического стакана конденсировалась вода.



— реакция замещения



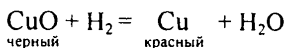
— реакция соединения.

#### Опыт 3. «Взаимодействие водорода с оксидом меди (II)».

*Выполнение работы:*

Собрали прибор для получения водорода: положили в пробирку несколько гранул цинка, и прилили 5 мл разбавленного раствора серной кислоты. Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой, опустили ко-

нец которой в пробирку с оксидом меди (II). Нагрели пробирку с  $\text{CuO}$ . Стенки пробирки начинают запотевать, а поверхность кристаллов оксидов меди (II) становится красной, после чего нагревание прекратили.



— реакция замещения.

## **Практическая работа № 6 (с).** **«Получение и свойства кислорода»**

### **Опыт 1. «Получение и сбориание кислорода»**

*Выполнение работы:*

а) Собрали прибор и проверили его на герметичность. Насыпали немного перманганата калия в пробирку и положили внутрь комочек стекловаты, чтобы кусочки  $\text{KMnO}_4$  не вылетали и закрыли ее пробкой с газоотводной трубкой. Затем укрепили пробирку на штативе так, чтобы конец газоотводной трубки доходил до дна стакана в котором будет собираться кислород. Нагреем пробирку. Собрали полный стакан кислорода: полностью сосуда проверили по тлеющей лучине и закрыли его картоном.



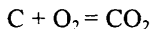
— реакция разложения.

б) собрали прибор и проверили его на герметичность. В сосуд с водой опрокинули пробирку, предварительно заполненную водой, закрыв отверстие пальцем и надели ее на конец газоотводной трубки, пробирку с перманганатом калия нагрели. Когда пробирка заполнилась кислородом, закрыли ее стеклянной пластиной (под водой).

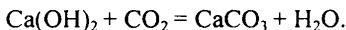
### **Опыт 2. «Горение в кислороде угля и серы».**

*Выполнение работы:*

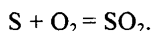
а) раскалили уголь в пламени горелки и опустили его в сосуд с кислородом, он загорелся желто-синим пламенем.



После сгорания угля в стакан налили немного известковой воды, взболтали. Она помутнела.



б) Взяли кусочек серы, положили его в железную ложечку и подожгли его от пламени, она загорелась на воздухе синим пламенем, затем переместили ее в сосуд, наполненный кислородом, пламя стало еще более ярким:



**Практическая работа № 5 (7).**  
**«Приготовление раствора сахара**  
**и расчет его массовой доли в растворе»**

*Выполнение работы:*

В коническую колбу нальем 50 мл дистиллированной воды и насыпали немного сахара, предварительно взвешенного. Раствор перемешали стеклянной палочкой.

Рассчитаем массовую долю сахара в растворе (пусть масса его, взвешенная на весах составила  $x$  г), тогда

$$\omega_{\text{сах}} = \frac{x}{m_{\text{р-ра}}}$$

$$m_{\text{р-ра}} = x + m_{\text{воды}}, m_{\text{воды}} = 50 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 50 \text{ г}.$$

$$\omega_{\text{сах}} = \frac{x}{50 + x}$$

И рассчитаем количество молекул сахара, содержащиеся в растворе.

$$N = N_A \cdot n_{\text{сах}}, n_{\text{сах}} = \frac{x}{M_{\text{сах}}}, M_{\text{сах}} = 342 \text{ г/моль}$$

$$N = 6 \cdot 10^{23} \cdot \frac{x}{342} = 1,75 \cdot 10^{21} \cdot x \text{ молекул.}$$

## Глава 6 (с). Скорость химических реакций. Химическое равновесие

### § 29 (с). Скорость химических реакций

#### Ответ на вопрос 1 (с).

Скорость реакции гниения газеты больше скорости ржавления консервной банки, что в свою очередь больше скорости разрушения стекла. Чтобы утилизировать старые консервные банки и стекло, необходимо проводить их предварительную обработку и только потом отправлять на свалку. А также ни в коем случае не оставлять где-либо просто брошенные банки или битое стекло (например, в лесу после похода).

#### Ответ на вопрос 2 (с).

Бронза зеленеет не от времени, а с течением времени: очень медленно на воздухе протекает реакция окисления меди.

#### Ответ на вопрос 3 (с).

Найдем начальную концентрацию одного из газов, например, кислорода. Т.к. соотношение 1:2, а всего было 3 моль газов, то кислорода было всего 1 моль  $((3:3) \cdot 1)$ .

$$C_1 = \frac{1 \text{ моль}}{3 \text{ л}} = 0,33 \text{ моль/л}$$

По истечении 10 мин всего осталось 0,6 молей газов, значит кислорода осталось 0,2 моль  $((0,6:3) \cdot 1)$ .

$$C_2 = \frac{0,2}{3 \text{ л}} = 0,067 \text{ моль/л}$$

$$v = - \frac{C_2 - C_1}{\Delta t} = - \frac{0,067 - 0,33}{10 \cdot 60} = 0,00044 \text{ моль/(л \cdot с)}$$

Ответ: 0,00044 моль/(л·с).

#### Ответ на вопрос 4 (с).

Оба эти понятия показывают изменение некоторой величины в единицу времени. А также скорость реакции зависит от скорости движения реагирующих частиц: атомов, молекул и т.д.

#### Ответ на вопрос 5 (с).

Гомогенные реакции: нейтрализация раствора кислоты раствором щелочи, взаимодействие кислорода и водорода в закрытом сосуде.

Гетерогенные реакции: окисление медных и серебряных предметов, реакция замещения меди железом в растворе соли меди.

**§ 30 (с). Зависимость скорости химических реакций от природы реагирующих веществ, концентрации и температуры**

**Ответ на вопрос 1 (с).**

Горение веществ в чистом кислороде происходит гораздо энергичнее, т.к. концентрация кислорода в воздухе (21 %) меньше, чем в чистом кислороде, а скорость реакции зависит от концентрации.

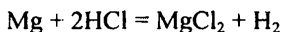
**Ответ на вопрос 2 (с).**

Дыхание — окисление органических веществ.

Гниение — разложение органических веществ.

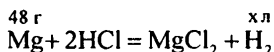
Горение — бурное окисление любого вещества с выделением большого количества энергии и сопровождающееся вспышками света.

**Ответ на вопрос 3 (с).**



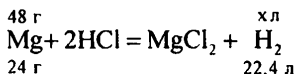
Какой объем водорода выделится в результате этой реакции, если масса магния 60 г и известно, что он содержит 20% примесей?

$$1. \omega_{\text{чист}}(\text{Mg}) = 1 - 0,2 = 0,8; m_{\text{чист}}(\text{Mg}) = 0,8 \cdot 60 \text{ г} = 48 \text{ г}$$



$$2. m(\text{Mg}) = M(\text{Mg}) \cdot n = 24 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 24 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л}$$

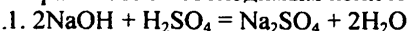


$$3. \frac{48}{24} = \frac{x}{22,4}; x = \frac{22,4 \cdot 48}{24} = 44,8 \text{ л (H}_2\text{)}$$

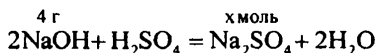
Ответ:  $V(\text{H}_2) = 44,8 \text{ л}$ .

**Ответ на вопрос 4 (с).**

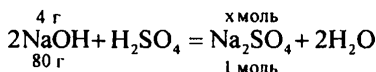
Какое количество соли образуется при взаимодействии 40 г 10% раствора NaOH с необходимым количеством  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ?



$$2. m(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 40 \text{ г} = 4 \text{ г}$$



$$3. m(2\text{NaOH}) = M(\text{NaOH}) \cdot n = 40 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 80 \text{ г}$$



$$4. \frac{4}{80} = \frac{x}{1}; x = \frac{4}{80} = 0,05 \text{ моль (Na}_2\text{SO}_4\text{)}$$

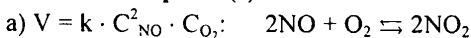
Ответ:  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ моль}$ .

**Ответ на вопрос 5 (с).**

$$\frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10^\circ}} \quad \frac{V_{t_2}}{V_{t_1}} = 2^{\frac{70-40}{10}} = 2^3 = 8$$

Ответ: увеличится в 8 раз.

**Ответ на вопрос 6 (с).**



б)  $V = k \cdot C_{\text{H}_2} \cdot C_{\text{I}_2}$ ;  $\text{I}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  — если реакция идет при нагревании и иод-газ).

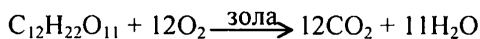
**Ответ на вопрос 7 (с).**

При низких температурах замедлены все реакции, включая процессы гниения и брожения.

### § 31 (с). Катализаторы

**Ответ на вопрос 1 (с).**

Пепел (зола) является катализатором реакции горения сахара



**Ответ на вопрос 2 (с).**

В клетках содержится фермент каталаза, который является катализатором процесса разложения пероксида водорода.

**Ответ на вопрос 3 (с).**

Ферменты амилаза и мальтаза катализируют расщепление углеводов в ротовой полости.

Фермент химотрипсин катализирует гидролиз белков в кишечнике.

Фермент фенилкетонураза способствует превращению фенилаланина.

**Ответ на вопрос 4 (с).**

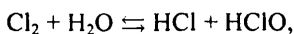
- 1) Для торможения цепных реакций.
- 2) Для торможения процесса коррозии.
- 3) Для препятствия процессам окисления полимеров, нефтепродуктов и лекарственных средств.

**Ответ на вопрос 5 (с).**

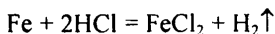
Факторы, влияющие на скорость реакции: природа реагирующих веществ, концентрация исходных веществ, температура, катализатор, площадь соприкосновения (для гетерогенных реакций).

**Ответ на вопрос 6 (с).**

В этом процессе вода играет главную роль, т.к. при взаимодействии хлора с водой образуется смесь кислот

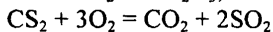
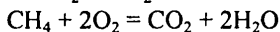
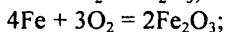
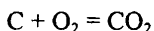
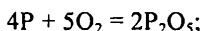


которые, реагируя с железом, растворяют его:

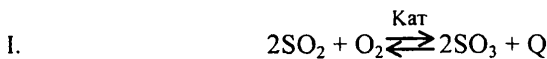


### § 32 (с). Обратимые и необратимые реакции

**Ответ на вопрос 1 (с).**



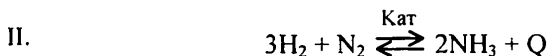
**Ответ на вопрос 2 (с).**



а) Реагенты:  $\text{SO}_2$  — сложное вещество,  $\text{O}_2$  — простое. Продукты:  $\text{SO}_3$  — сложное вещество.

б)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$  — газы;  $\text{SO}_3$  — жидкость г) присутствует катализатор

в) направление — прямое д) тепло выделяется



а) Реагенты:  $\text{H}_2$  — простое вещество,  $\text{N}_2$  — простое вещество. Продукты:  $\text{NH}_3$  — сложное вещество.

б)  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$  — газы г) присутствует катализатор

в) направление — прямое д) тепло выделяется



а) Реагенты:  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  — простые вещества. Продукты:  $\text{NO}$  — сложное вещество.

б)  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}$  — газы г) катализатор отсутствует

в) направление — обратное д) тепло поглощается

**Ответ на вопрос 3 (с).**



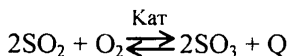
Таким образом должна выглядеть реакция, т.к. она является обратимой.

**Ответ на вопрос 4 (с).**

Реакция соединения, как правило, экзотермичная — это утверждение справедливо, т.к. если вещества самопроизвольно вступают в реакцию — соединяются, то они понижают свою энергию и в результате реакции выделяется теплота.

### § 33 (с). Химическое равновесие и способы его смещения

**Ответ на вопрос 1 (с).**



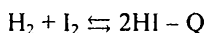
Характеристику смотри в § 32, ответ на вопрос 2.

Чтобы сместить равновесие вправо, необходимо увеличить концентрацию  $\text{SO}_2$  и  $\text{O}_2$  и уменьшить концентрацию  $\text{SO}_3$ ; повысить давление, понизить температуру.

**Ответ на вопрос 2 (с).**

Реакцию проводят при высокой температуре для того, чтобы увеличить ее скорость.

**Ответ на вопрос 3 (с).**



Чтобы сместить равновесие вправо, необходимо увеличить концентрацию  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$  и уменьшить концентрацию  $\text{HI}$ ; повысить температуру.

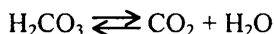
**Ответ на вопрос 4 (с).**



Чтобы сместить равновесие вправо, необходимо повысить температуру и понизить давление.

**Ответ на вопрос 5 (с).**

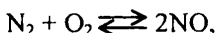
Раствор угольной кислоты, окрашенный лакмусом в красный цвет, со временем становится фиолетовым, т.к.  $\text{H}_2\text{CO}_3$  — слабая, непрочная кислота и с течением времени разлагается на исходные вещества:



и в растворе остается только вода, которая имеет нейтральную среду, т.к. углекислый газ улетучивается.

**Ответ на вопрос 6 (с).**

Изменение давления не влияет на равновесие в системе:



т.к. общий объем исходных газов  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$  равен объему продукта  $\text{NO}$ . Т.к. процесс является эндотермическим, то при повышении температуры равновесие сместится вправо.



# Глава 6 (7). Растворение. Растворы.

## Реакции ионного обмена

### и окислительно-восстановительные реакции

#### § 34 (34). Растворение. Растворимость веществ в воде

##### Ответ на вопрос 1 (1).

В горячем чае сахар растворяется быстрее, чем в холодном, т.к. растворимость сахара в горячей воде больше, чем в холодной.

##### Ответ на вопрос 2 (2).

Хорошо растворимые в воде вещества: NaOH, Ba(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, KI, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.

Мало растворимы в воде: Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Sr(OH)<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, AlF<sub>3</sub>.

Нерастворимы: Fe(OH)<sub>3</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>, FeS, Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>.

##### Ответ на вопрос 3 (3).

В быстро охлажденной воде остаются взвешенные частички других веществ, которые могут быть вредны обитателям аквариума. Если воду отстаивать долго, то все эти частички оседут на дно и вода будет чистой.

##### Ответ на вопрос 4 (4).

Серебро частично растворяется в воде, а раствор серебра обладает бактерицидными и антисептическими свойствами.

##### Ответ на вопрос 5 (5).

При 20 °С в 100 г воды растворяется 35 г KCl.

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{KCl}) = 100 \text{ г} + 35 \text{ г} = 135 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{35\text{г}}{135\text{г}} = 0,259 \text{ или } 25,9\%$$

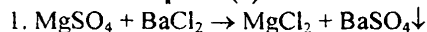
Ответ:  $\omega(\text{KCl}) = 25,9\%$ .

##### Ответ на вопрос 6 (6).

Если разбавленным раствором считать раствор, в котором просто мала массовая доля растворенного вещества, то может быть, что разбавленный раствор является насыщенным.

Например, 6%-й раствор является разбавленным, а для KMnO<sub>4</sub> это максимально возможная концентрация, поэтому он является насыщенным.

##### Ответ на вопрос 7 (7).

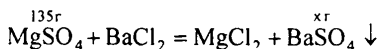


2. При 20 °С в 100 г воды растворяется 37 г MgSO<sub>4</sub>.

$$m'_{\text{р-ра}} = m'(\text{H}_2\text{O}) + m'(\text{MgSO}_4) = 100 \text{ г} + 37 \text{ г} = 137 \text{ г}$$

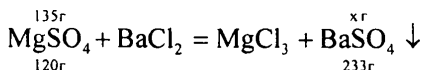
$$\omega(\text{MgSO}_4) = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = 37 \text{ г} : 137 \text{ г} = 0,27$$

$$m(\text{MgSO}_4) = \omega(\text{MgSO}_4) \cdot m_{\text{р-ра}} = 0,27 \cdot 500 \text{ г} = 135 \text{ г}$$



3. а)  $m(\text{MgSO}_4) = M(\text{MgSO}_4) \cdot n = 120 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 120 \text{ г}$

б)  $m(\text{BaSO}_4) = M(\text{BaSO}_4) \cdot n = 233 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 233 \text{ г}$



4.  $\frac{135}{120} = \frac{x}{233}$ ;  $x = \frac{233 \cdot 135}{120} = 262,1 \text{ г} (\text{BaSO}_4)$

Ответ:  $m(\text{BaSO}_4) = 262,1 \text{ г}$ .

### § 35 (35). Электролитическая диссоциация

#### Ответ на вопрос 1 (1).

Молекулы глюкозы не взаимодействуют с диполями воды и в водном растворе не образуют ионы, поэтому раствор глюкозы не проводит электрический ток.

#### Ответ на вопрос 2 (с).

$\text{CaCO}_3$  не является электролитом, потому что в воде не растворяется.

#### Ответ на вопрос 2 (3).

В разбавленном растворе концентрация растворенного вещества мала, соответственно мало молекул растворенного вещества и много диполей воды, которые в разбавленном растворе могут окружить и взаимодействовать с большим числом молекул растворенного вещества, образуя ионы.

#### Ответ на вопрос 3 (4).

Способы образования связи по ионному и ковалентному типу являются крайними вариантами, наиболее распространены ковалентные связи со смещением общей пары к одному из атомов (ковалентная полярная связь), которое происходит в соответствии с электроотрицательностью атомов. Смещение электронной плотности, вызванное разницей электроотрицательностей, можно учесть, приписав атомам эффективные заряды ( $\delta$ ), выраженные в единицах заряда электрона. Это условная величина, т.к. электронное облако нельзя разделить между ядрами. Как правило  $\delta$  имеет промежуточное значение  $0 < \delta < \text{заряда иона}$  и определяется экспериментально из спектральных данных, например  $\text{Na}^{+0,8} \text{Cl}^{-0,8}$ ,  $\text{Ba}^{+0,43} \text{O}^{-0,43}$ .

#### Ответ на вопрос 4 (5).

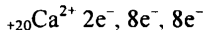
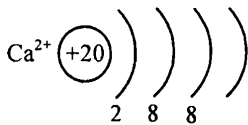
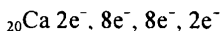
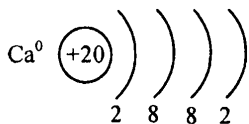
Металлы проводят электрический ток благодаря обобщенным электронам, а электролиты благодаря ионам, которые они образуют в растворе.

#### Ответ на вопрос 5 (6).

Электролиты проводят электрический ток, т.к. в растворах образуют заряженные частицы — ионы.

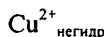
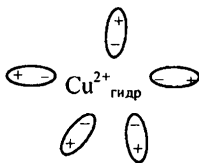
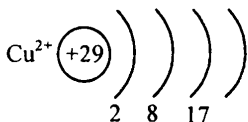
## § 36 (36). Основные положения теории электролитической диссоциации

Ответ на вопрос 1 (1).

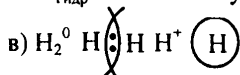


Ca — серебристо-белого цвета, реагирует с водой энергично, при этом выделяется  $\text{H}_2$  и образуется  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Ca}^{2+}$  — бесцветные ионы, при реакции с водой ни щелочи, ни водорода не образуют.

б)  $\text{Cu}^{2+}_{\text{гидр}}$  и  $\text{Cu}^{2+}_{\text{негидр}}$  имеют одинаковое электронное строение, однако ионы  $\text{Cu}^{2+}_{\text{гидр}}$  окружены диполями воды



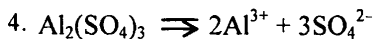
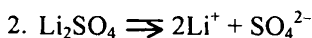
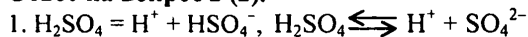
$\text{Cu}^{2+}_{\text{гидр}}$  — ионы голубого цвета,  $\text{Cu}^{2+}_{\text{негидр}}$  — ионы белого цвета.



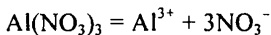
$\text{H}_2$  — газ, бесцветный, без запаха.

$\text{H}^+$  — бесцветные ионы, только в растворе.

Ответ на вопрос 2 (2).

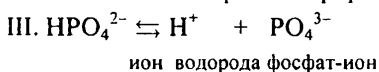
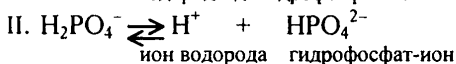
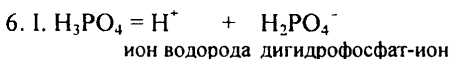
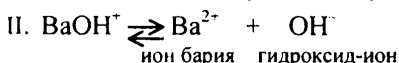
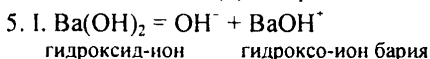
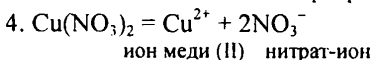
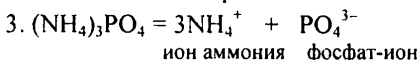
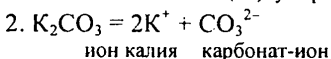
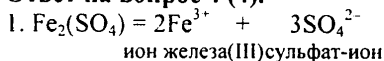


Ответ на вопрос 3 (3).



нитрат      ион      нитрат-ион  
алюминия    алюминия

В водном растворе соль  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  полностью диссоциирует на ионы  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{NO}_3^-$ .

**Ответ на вопрос 4 (4).**

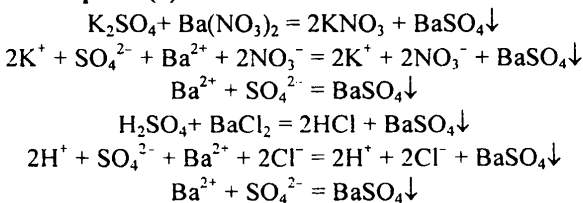
Диссоциация по третьей ступени при обычных условиях не происходит.

**Ответ на вопрос 5 (5).**

Диссоциировать будут только растворимые в воде вещества (соли, кислоты, основания), остальные соединения не являются электролитами:

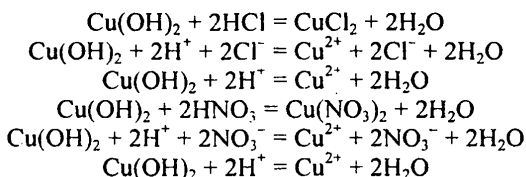
**Ответ на вопрос 6 (6).**

В записи уравнения диссоциации по второй ступени ставится знак обратимости, т.к. по второй ступени диссоциация происходит намного слабее и равновесие смещено влево.

**§ 37 (37). Ионные уравнения****Ответ на вопрос 1 (1).**

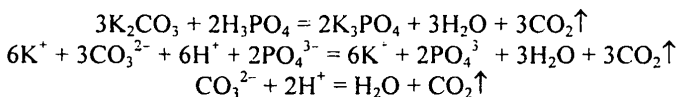
В результате этих реакций выпадает осадок  $\text{BaSO}_4$ .

**Ответ на вопрос 2 (2).**



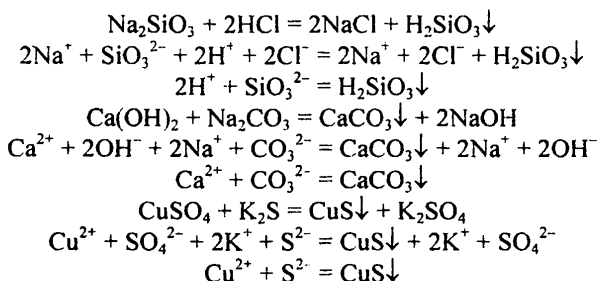
В результате этих реакций осадок  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  растворился и образовалось малодиссоциирующее вещество — вода.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

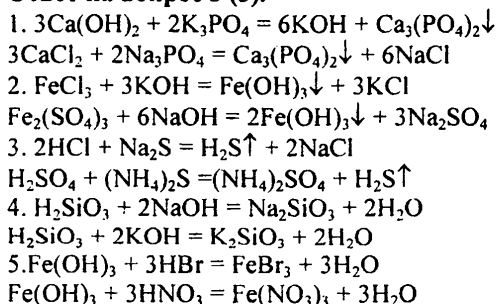


В результате этих реакций образуется малодиссоциирующее вещество — вода и выделяется газ  $\text{CO}_2$ .

**Ответ на вопрос 4 (4).**



**Ответ на вопрос 5 (5).**



**§ 38 (38). Кислоты, их классификация и свойства**

**Ответ на вопрос 1 (1).**

Сильной является  $\text{HNO}_3$  — азотная кислота.  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ \text{NO}_3^-$

**Ответ на вопрос 2 (2).**

$\text{HNO}_2$  — азотистая кислота, она является: кислородсодержащей, одноосновной, растворимой, нелетучей, нестабильной.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

$\text{H}^{+1}\text{Cl}^{+7}\text{O}_4^{-2}$  хлорная кислота

$\text{H}_2^{+1}\text{Cr}^{+6}\text{O}_4^{-2}$  хромовая кислота

$\text{H}_2^{+1}\text{Cr}_2^{+6}\text{O}_7^{-2}$  двухромовая кислота

$\text{H}^{+1}\text{N}^{+3}\text{O}_2^{-2}$  азотистая кислота

$\text{H}_4^{+1}\text{P}_2^{+5}\text{O}_7^{-2}$  пиррофосфорная кислота

**Ответ на вопрос 4 (4).**

1.  $\text{ZnO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{ZnO} + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Zn}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnO} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

2.  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4\text{разб}} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\uparrow$

$2\text{Al} + 6\text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-} = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\uparrow$ ;  $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\uparrow$

3.  $\text{HNO}_3 + \text{CuSO}_4 \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. не выделяется газ и не образуется осадок.

4.  $2\text{HCl} + \text{FeS} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{FeCl}_2$

$2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{FeS} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

$2\text{H}^+ + \text{FeS} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{Fe}^{2+}$

5.  $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

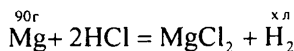
$6\text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$

$6\text{H}^+ + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 = 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$

**Ответ на вопрос 5 (5).**

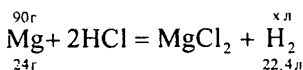
1.  $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$

2.  $\omega_{\text{чист}}(\text{Mg}) = 1 - 0,25 = 0,75$ ,  $m_{\text{чист}}(\text{Mg}) = 0,75 \cdot 120 \text{ г} = 90 \text{ г}$



3. а)  $m(\text{Mg}) = M(\text{Mg}) \cdot n = 24 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 24 \text{ г}$

б)  $V(\text{H}_2) = V_{\text{м}} \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ г}$



$$4. \frac{90}{24} = \frac{\text{x}}{22,4}; \text{x} = \frac{22,4 \cdot 90}{24} = 84 \text{ л} (\text{H}_2)$$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 84 \text{ л}$ .

**Ответ на вопрос 6 (6).**

$\text{HN}^{+3}\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2^{+3}\text{O}_3$

$\text{H}_3\text{P}^{+5}\text{O}_4 \rightarrow \text{P}_2^{+5}\text{O}_5$

$\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4 \rightarrow \text{S}^{+6}\text{O}_3$

$\text{HN}^{+5}\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2^{+5}\text{O}_5$

$\text{H}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3 \rightarrow \text{S}^{+4}\text{O}_2$

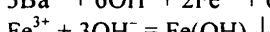
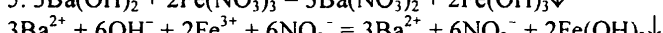
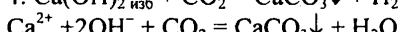
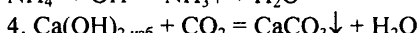
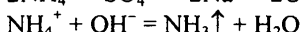
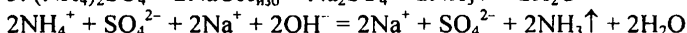
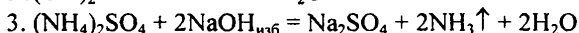
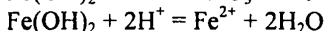
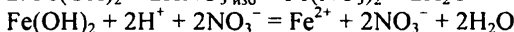
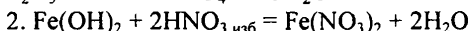
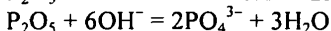
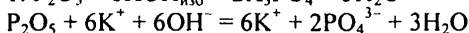
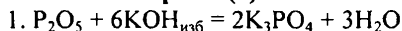
$\text{H}_2\text{Si}^{+4}\text{O}_3 \rightarrow \text{Si}^{+4}\text{O}_2$

**§ 39 (39). Основания, их классификация и свойства****Ответ на вопрос 1 (1).**

Сильным является основание  $\text{KOH}$ .

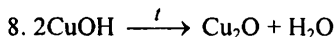
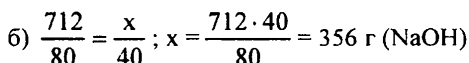
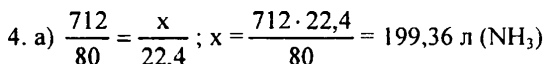
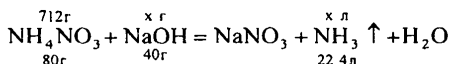
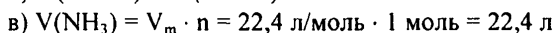
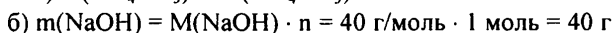
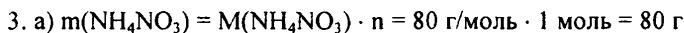
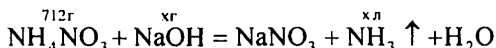
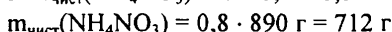
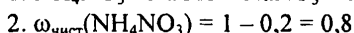
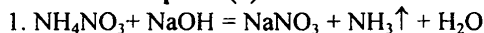
**Ответ на вопрос 2 (2).**

$\text{Ba}(\text{OH})_2$  — гидроксид бария, он является: растворимым, сильным, двухкислотным.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

6.  $\text{KOH} + \text{NaNO}_3 \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. не образуется осадок и не выделяется газ.

7.  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{FeO} \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. щелочи не реагируют с оксидами металлов.

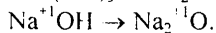
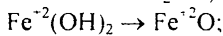
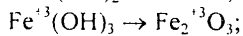
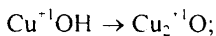
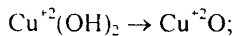
**Ответ на вопрос 4 (4).**

5. Т.к. используется 80% раствор  $\text{NaOH}$ , то его понадобится больше. Рассчитаем массу раствора  $\text{NaOH}$ .

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})}; \quad m_{\text{р-ра}} = \frac{356\text{ г}}{0,8} = 445 \text{ г (NaOH раствора)}$$

Ответ:  $V(\text{NH}_3) = 199,36 \text{ л}$ ,  $m_{\text{р-ра}} = 445 \text{ г}$ .

**Ответ на вопрос 5 (5).**



## § 40 (40). Оксиды, их классификация и свойства

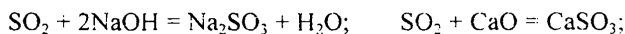
**Ответ на вопрос 1 (1).**

Основные оксиды	Кислотные оксиды
$\text{Mg}^{+2}\text{O} \rightarrow \text{Mg}^{+2}(\text{OH})_2$ оксид магния      гидроксид магния	$\text{Si}^{+4}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{Si}^{+4}\text{O}_3$ оксид кремния      кремниевая кислота
$\text{Cu}^{+1}\text{O} \rightarrow \text{Cu}^{+1}\text{OH}$ оксид меди(I)      гидроксид меди(I)	$\text{Cr}^{+6}\text{O}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}^{+6}\text{O}_4$ оксид хрома(VI)      хромовая кислота
$\text{Fe}^{+2}\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{+2}(\text{OH})_2$ оксид железа(II)      гидроксид железа(II)	$\text{Mn}^{+7}\text{O}_7 \rightarrow \text{HMn}^{+7}\text{O}_4$ оксид марганца(VII)      марганцевая кислота
$\text{K}_2^{+1}\text{O} \rightarrow \text{K}^{+1}\text{OH}$ оксид калия      гидроксид калия	$\text{S}^{+4}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3$ оксид серы(IV)      сернистая кислота
$\text{Ni}^{+2}\text{O} \rightarrow \text{Ni}^{+2}(\text{OH})_2$ оксид никеля(II)      гидроксид никеля(II)	$\text{N}_2^{+3}\text{O}_3 \rightarrow \text{HN}^{+3}\text{O}_2$ оксид азота(III)      азотистая кислота
$\text{Na}_2^{+1}\text{O} \rightarrow \text{Na}^{+1}\text{OH}$ оксид натрия      гидроксид натрия	$\text{NO}$ — несолеобразующий оксид

**Ответ на вопрос 2 (2).**

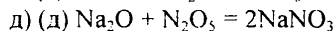
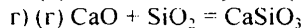
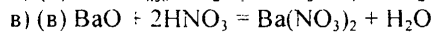
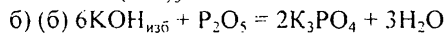
$\text{SO}_2$  — кислотный оксид.

Наиболее характерные реакции:



**Ответ на вопрос 3 (3).**

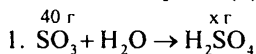
а) (а)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. образуется нерастворимое основание  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .



е) (е)  $\text{N}_2\text{O} + \text{NaOH} \nrightarrow$  реакция не идет, т.к.  $\text{N}_2\text{O}$  — несолеобразующий оксид

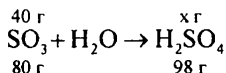
ж) (с)  $\text{CO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \nrightarrow$  реакция не идет, т.к.  $\text{CO}$  — несолеобразующий оксид



**Ответ на вопрос 4 (н).**

$$2. \text{а) } m(\text{SO}_3) = M(\text{SO}_3) \cdot n(\text{SO}_3) = 80 \cdot 1 = 80 \text{ г}$$

$$\text{б) } m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot 1 = 98 \text{ г}$$



$$3. \frac{40}{80} = \frac{x}{98}; x = \frac{40 \cdot 98}{80} = 49 \text{ г H}_2\text{SO}_4$$

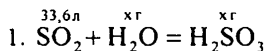
$$4. m_{\text{р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{SO}_3)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 420 \cdot 1 = 420 \text{ г.}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 420 + 40 = 460 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{49}{460} = 0,1065 \text{ или } 10,65\%.$$

Ответ:  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10,65\%$ .

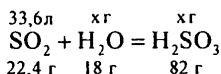
**Ответ на вопрос 4 (с).**

$$2. \text{а) } V(\text{SO}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л}$$

$$\text{б) } m(\text{H}_2\text{SO}_3) = M(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot n = 82 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 82 \text{ г}$$

Расчет ведем по  $\text{SO}_2$ , т.к. вода находится в избытке и полностью в реакцию не вступит, но знать, сколько ее прореагировало, необходимо:

$$\text{в) } m(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}_2\text{O}) \cdot n = 18 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 18 \text{ г}$$



$$3. \frac{33,6}{22,4} = \frac{x}{18}; x = \frac{18 \cdot 33,6}{22,4} = 27 \text{ г (H}_2\text{O)}$$

$$\frac{33,6}{22,4} = \frac{x}{82}; x = \frac{82 \cdot 33,6}{22,4} = 123 \text{ г (H}_2\text{SO}_3)$$

4. Найдем оставшееся количество воды, не вступившее в реакцию:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 420 \text{ г} - 27 \text{ г} = 393 \text{ г}$$

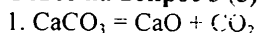
Таким образом,  $m_{\text{р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{SO}_3)$

$$m_{\text{р-ра}} = 393 \text{ г} + 123 \text{ г} = 516 \text{ г}$$

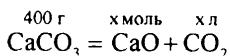
$$5. \omega(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_3)}{m_{\text{р-ра}}}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_3) = 123 \text{ г} : 516 \text{ г} = 0,238 \text{ или } 23,8\%$$

Ответ:  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,238$  или  $23,8\%$ .

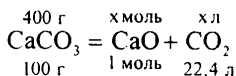
**Ответ на вопрос 5 (5).**

2.  $\omega_{\text{чист}}(\text{CaCO}_3) = 1 - 0,2 = 0,8$ ;  $m_{\text{чист}}(\text{CaCO}_3) = 0,8 \cdot 500 \text{ г} = 400 \text{ г}$ .



3. а)  $m(\text{CaCO}_3) = M(\text{CaCO}_3) \cdot n = 100 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 100 \text{ г}$

б)  $V(\text{CO}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л}$



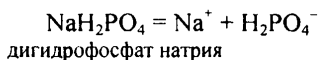
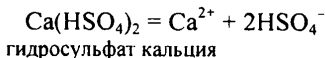
4.  $\frac{400}{100} = \frac{x}{1}$ ;  $x = \frac{400}{100} = 4 \text{ моль (CaO)}$

$\frac{400}{100} = \frac{x}{22,4}$ ;  $x = \frac{22,4 \cdot 400}{100} = 89,6 \text{ л (CO}_2\text{)}$

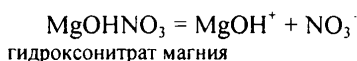
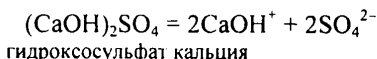
Ответ:  $n(\text{CaO}) = 4 \text{ моль}$ ,  $V(\text{CO}_2) = 89,6 \text{ л}$ .

**§ 41 (41). Соли, их классификация и свойства****Ответ на вопрос 1 (1).**

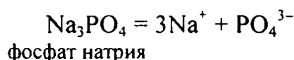
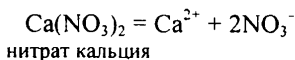
Кислые соли:



Основные соли:

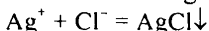
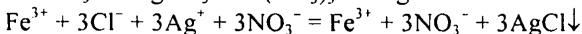
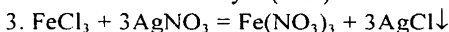


Нормальные соли:

**Ответ на вопрос 2 (2).**

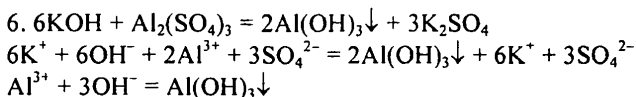
1.  $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. не образуется осадок и не выделяется газ.

2.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CaCl}_2 \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. слабая кислота  $\text{H}_2\text{PO}_4$  не может вытеснить сильную ( $\text{HCl}$ ).

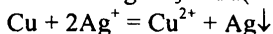
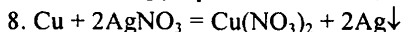


4.  $\text{KNO}_3 + \text{NaCl} \nrightarrow$  реакция не идет, т.к. не образуется осадок и не выделяется газ.

5.  $\text{NaOH} + \text{FeS} \nrightarrow$  реакция не идет.  $\text{FeS}$  растворим только в кислотах.



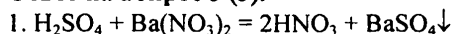
7.  $\text{Ca} + \text{CuCl}_2 \not\rightarrow$  реакция не идет, т.к. кальций реагирует с водой.



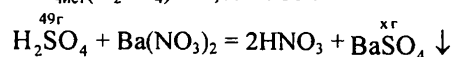
9.  $\text{Mg} + \text{ZnS} \not\rightarrow$  реакция не идет.  $\text{ZnS}$  — нерастворимая соль.

10.  $\text{Cu} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \not\rightarrow$  реакция не идет, т.к. в ряду напряжений металлов медь стоит после железа.

**Ответ на вопрос 3 (3).**

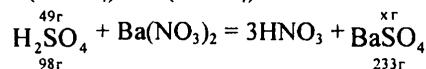


$$2. m_{\text{чист}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \cdot 980 \text{ г} = 49 \text{ г}$$



$$3. m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot n = 98 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 98 \text{ г}$$

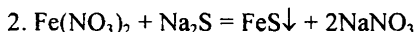
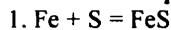
$$m(\text{BaSO}_4) = M(\text{BaSO}_4) \cdot n = 233 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 233 \text{ г}$$



$$4. \frac{49}{98} = \frac{x}{233}; x = \frac{49 \cdot 233}{98} = 116,5 \text{ г} (\text{BaSO}_4)$$

Ответ:  $m(\text{BaSO}_4) = 116,5 \text{ г}$ .

**Ответ на вопрос 4 (4).**



**Ответ на вопрос 5 (5).**

$\text{Na}_2^{+1}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2}$  — сульфат натрия

$\text{K}_2^{+1}\text{S}^{+4}\text{O}_3^{-2}$  — сульфит калия

$\text{Fe}^{+3}(\text{N}^{+5}\text{O}_3^{-2})_3$  — нитрат железа(III)

$\text{Fe}^{+2}(\text{N}^{+3}\text{O}_2^{-2})_2$  — нитрит железа(II)

$\text{Mg}^{+2}(\text{H}^{+1}\text{C}^{+4}\text{O}_3^{-2})_2$  — гидрокарбонат магния

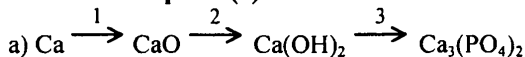
$\text{Ca}_3^{+2}(\text{P}^{+5}\text{O}_4^{-2})_2$  — фосфат кальция

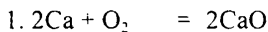
$\text{Na}^{+1}\text{H}^{+1}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2}$  — гидросульфат натрия

$\text{Cu}^{+2}\text{O}^{-2}\text{H}^{+1}\text{N}^{+5}\text{O}_3^{-2}$  — гидроксонитрат меди(II)

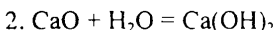
## § 42 (42). Генетическая связь между классами веществ

**Ответ на вопрос 1 (1).**

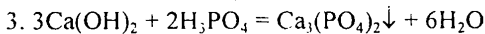




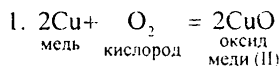
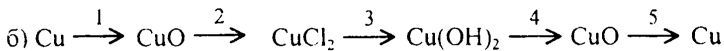
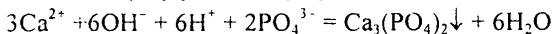
кальций кислород оксид кальция



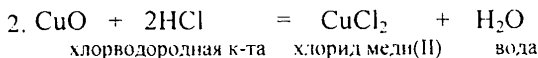
вода гидроксид  
кальция



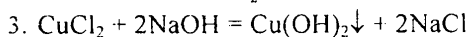
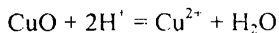
фосфорная к-та фосфат кальция



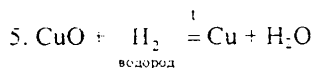
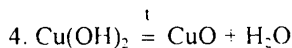
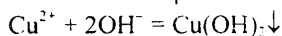
мечь кислород оксид  
меди (II)



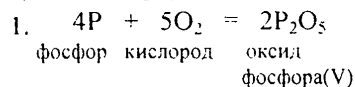
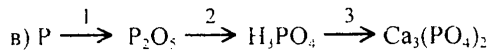
хлорводородная к-та хлорид меди(II) вода



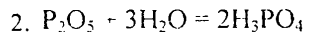
гидроксид гидроксид хлорид  
натрия меди(II) натрия



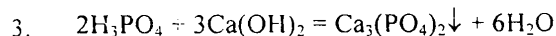
водород



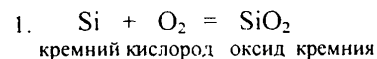
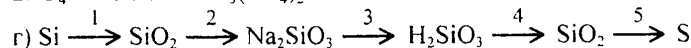
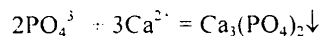
фосфор кислород оксид  
фосфора(V)



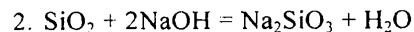
вода фосфорная  
кислота



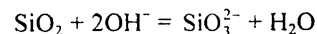
гидроксид фосфат  
кальция кальция

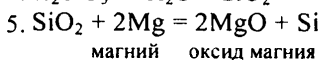
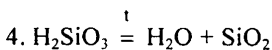
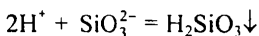
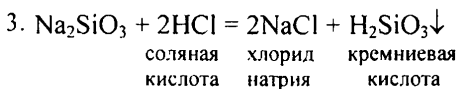


кремний кислород оксид кремния

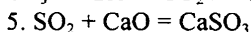
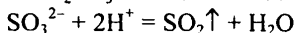
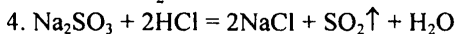
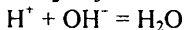
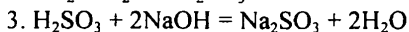
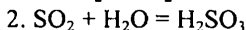
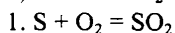
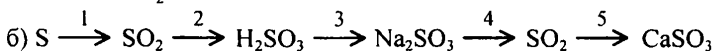
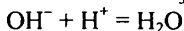
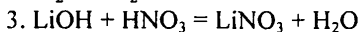
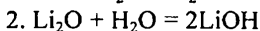
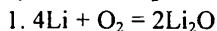
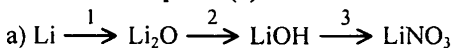


гидроксид силикат вода  
натрия натрия





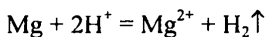
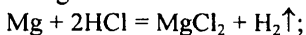
### Ответ на вопрос 2 (2).



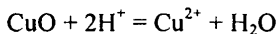
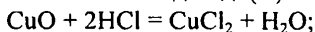
### Ответ на вопрос 3 (3).

С соляной кислотой HCl будут взаимодействовать:

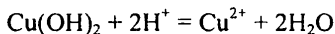
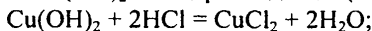
1. Mg — магний



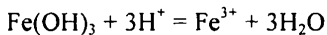
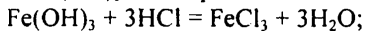
2. CuO — оксид меди(II)



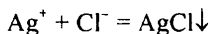
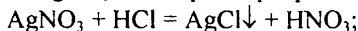
3. Cu(OH)<sub>2</sub> — гидроксид меди(II)



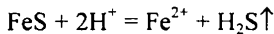
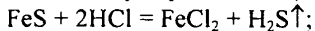
4. Fe(OH)<sub>3</sub> — гидроксид железа(III)



5. AgNO<sub>3</sub> — нитрат серебра



6. FeS — сульфид железа(II)



Не будут реагировать:

1) медь Cu, т.к. стоит в ряду напряжений металлов после водорода;

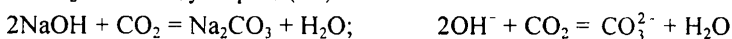
2) нитрат магния Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, т.к. при этом не образуется газа или осадка;

3) оксид кремния(IV) SiO<sub>2</sub>, т.к. кислоты не реагируют с кислотными оксидами.

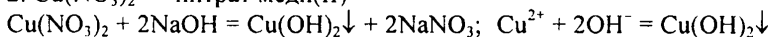
**Ответ на вопрос 4 (4).**

С гидроксидом натрия NaOH будут взаимодействовать:

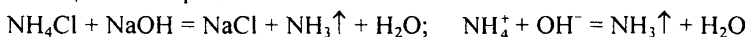
1. CO<sub>2</sub> — оксид углерода(IV)



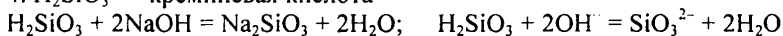
2. Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> — нитрат меди(II)



3. NH<sub>4</sub>Cl — хлорид аммония



4. H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> — кремниевая кислота



Не будут реагировать:

1) Ca(OH)<sub>2</sub> — гидроксид кальция, т.к. основания друг с другом не реагируют;

2) CuO — оксид меди, т.к. основания не реагируют с основными оксидами;

3) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — сульфат калия, т.к. не образуется осадок или газ.

**Ответ на вопрос 5 (5).**

Неметаллы — химические элементы, которые образуют в свободном виде простые вещества, не обладающие физическими свойствами металлов.

Металлы — ковкие, пластичные, тягучие вещества, которые имеют металлический блеск и способны проводить тепло и электрический ток.

Оксиды — вещества, состоящие из двух элементов, одним из которых является кислород.

Основания — сложные вещества, состоящие из ионов металлов и связанных с ними одного или нескольких гидроксид-ионов.

Кислоты — сложные вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и кислотных остатков.

Соли — сложные вещества, состоящие из ионов металлов и кислотных остатков.

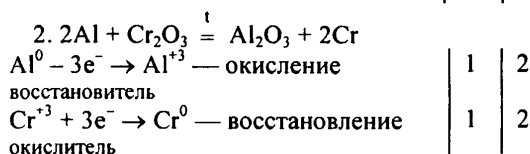
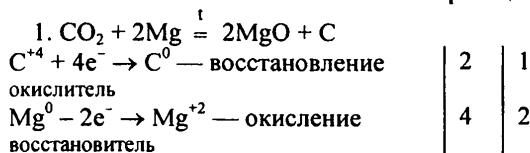
Класс веществ	Признаки классификации	Группы веществ
Соли	Количество замещенных атомов водорода в кислоте металлом	а) средние б) кислые в) основные
Кислоты	1. наличие кислорода	а) кислородсодержащие б) бескислородные
	2. основность	а) одноосновные б) двухосновные в) трехосновные
	3. растворимость в воде	а) растворимые б) нерастворимые
	4. степень электролитической диссоциации	а) сильные б) слабые

Класс веществ	Признаки классификации	Группы веществ
Основания	1. растворимость в воде 2. степень электролитической диссоциации 3. кислотность	а) растворимые б) нерастворимые а) сильные б) слабые а) однокислотные б) двухкислотные в) трехкислотные
Оксиды	1. способность образовывать соли 2. элемент, образующий оксид	а) солеобразующие б) несолеобразующие а) кислотные б) основные

### § 43 (43). Окислительно-восстановительные реакции

#### Ответ на вопрос 1 (1).

К окислительно-восстановительным реакциям относятся:



#### Ответ на вопрос 2 (2).

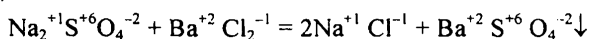
Реакция синтеза аммиака



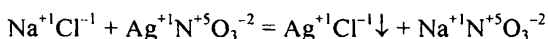
является: прямой, соединения, каталитической, экзотермической, обратимой, протекает в газовой фазе, окислительно-восстановительной.

#### Ответ на вопрос 3 (3).

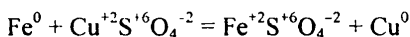
а) Утверждение неверно, т.к. существуют реакции ионного обмена, в которых не происходит окислительно-восстановительных процессов, например,



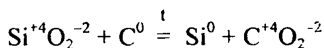
б) Утверждение верно, т.к. во всех реакциях ионного обмена не происходит окислительно-восстановительный процесс, например,



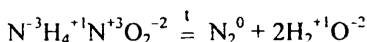
в) Утверждение верно, т.к. во всех реакциях замещения участвует простое вещество, которое меняет свою степень окисления от 0 до некоторого значения, например,



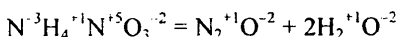
г) Утверждение неверно, т.к. все реакции замещения являются окислительно-восстановительными:



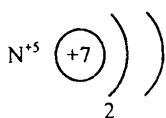
д) Утверждение верно, т.к. если в результате реакции образовалось простое вещество, то до этого данный элемент входил в состав сложного вещества и имел степень окисления, отличную от нуля, т.е. степень окисления изменяется:



е) Утверждение неверно, т.к. существуют реакции соединения и разложения, которые являются окислительно-восстановительными:

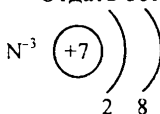


#### Ответ на вопрос 4 (4).



$\text{HNO}_3$  проявляет только окислительно-восстановительные свойства, т.к. азот в данном соединении проявляет максимальную положительную степень окисления и увеличивает ее, т.е. еще больше окислиться, не может.

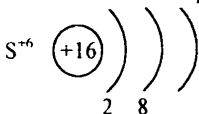
Отдать оставшиеся 2 электрона очень энергетически невыгодно.



$\text{NH}_3$  проявляет только восстановительные свойства, т.к. азот в данном соединении проявляет максимально отрицательную степень окисления и ее уменьшить, т.е. еще больше восстановиться, не может.

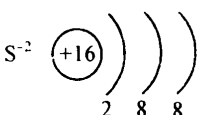
Атом азота не может больше принять электронов.

#### Ответ на вопрос 5 (5).



$\text{H}_2\text{SO}_4$  проявляет только окислительные свойства, т.к. сера в данном соединении проявляет максимально положительную степень окисления и увеличить ее, т.е. еще больше окислить, не может.

Отдавать оставшиеся электроны очень энергетически невыгодно.



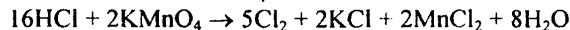
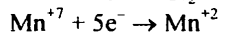
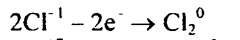
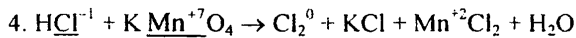
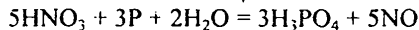
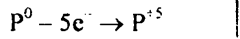
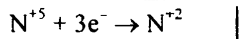
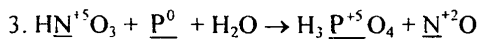
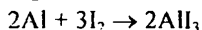
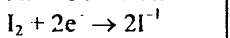
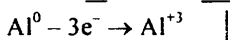
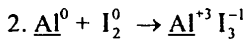
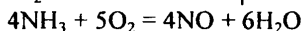
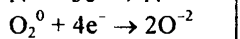
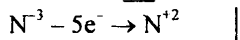
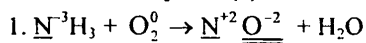
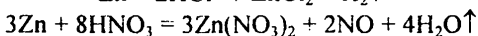
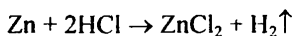
$\text{H}_2\text{S}$  проявляет только восстановительные свойства, т.к. сера в данном соединении проявляет максимально отрицательную степень окисления и ее уменьшить, т.е. еще больше восстановиться, не может.

Атом серы не может больше принять электронов.



**Ответ на вопрос 6 (6).**

SO<sub>2</sub> может быть как восстановителем, так и окислителем, т.к. сера в данном соединении имеет степень окисления +4, а может иметь -2, 0, +2 и +6, т.е. как окисляться, так и восстанавливаться.

**Ответ на вопрос 7 (7).****Ответ на вопрос 8 (8).**

В первой реакции окислитель — H<sup>+1</sup>, во второй — N<sup>+5</sup>.

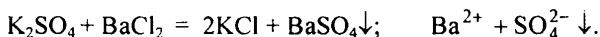
## Глава 7 (8). Свойства электролитов (химический практикум)

### Практическая работа № 6 (8). «Ионные реакции»

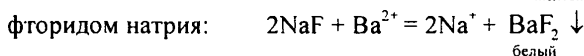
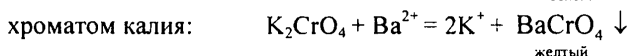
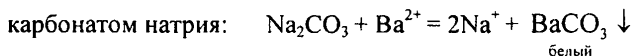
#### Опыт 1. «Обнаружение сульфат-ионов $\text{SO}_4^{2-}$ ».

*Выполнение работы:*

В одну пробирку налили раствор сульфата натрия, в другую — раствор сульфата калия и прибавили в каждую раствор хлорида бария. В обеих пробирках выпал белый мелкокристаллический осадок:



Для обнаружения ионов бария можно воспользоваться следующими реактивами:



Сущность обнаружения ионов с помощью реактива заключается в специфичности некоторых реакций, когда они сопровождаются различными аналитическими сигналами: выделением газа или выпадением осадка определенного цвета.

#### Опыт 2. «Обнаружение хлорид-ионов $\text{Cl}^-$ »

*Выполнение работы:*

Нерастворимые хлориды серебра и свинца. Присутствие ионов  $\text{Cl}^-$  в растворе хлорида натрия можно доказать при помощи нитрата серебра:



образуется белый творожистый осадок.



#### Опыт 3. «Обнаружение сульфат-ионов $\text{SO}_4^{2-}$ и хлорид-ионов $\text{Cl}^-$ »

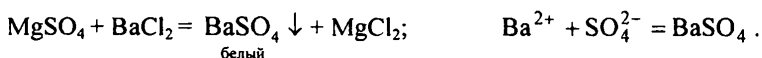
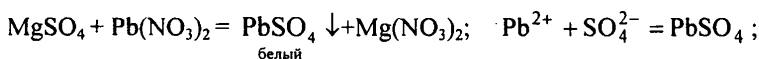
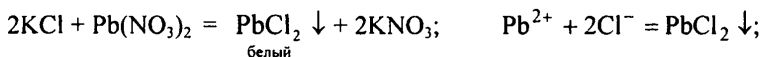
*Выполнение работы:*

Для обнаружения в пробирках хлорида калия и сульфата магния воспользуемся следующим планом:

Раствор из одной пробирки отлили в другую пробирку так, чтобы в каждой было примерно одинаковое количество раствора. В одну пробир-

ку прильем немного раствора нитрата свинца (II), в другую раствор хлорида бария. Смотрим в какой из пробирок выпал осадок, если в одной, то значит здесь был раствор хлорида калия, если в двух — сульфат магния.

В пробирку, где был второй исходный раствор, прильем немного раствора нитрата свинца и убедимся в правильности наших рассуждений, что если тогда выпали осадки  $\text{BaSO}_4$  и  $\text{PbSO}_4$  и в пробирке находится  $\text{MgSO}_4$  то сейчас выпал осадок  $\text{PbCl}_2$  и в этой пробирке находится  $\text{KCl}$ . Или наоборот. Тогда выпал осадок  $\text{PbCl}_2$ , а сейчас выпал осадок  $\text{PbSO}_4$ .

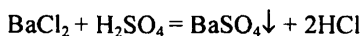


#### Опыт 4.

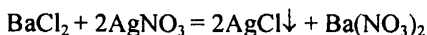
*Выполнение работ:*

а) Прделаем реакции, подтверждающие качественный состав  $\text{BaCl}_2$ . Раствор из пробирки разделим пополам и перельем в 2 пробирки.

Докажем присутствие ионов  $\text{Ba}^{2+}$  — прильем в одну пробирку разбавленную серную кислоту, выпадает белый осадок:



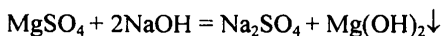
Докажем присутствие ионов  $\text{Cl}^-$  — прильем в другую пробирку раствор нитрата серебра, выпадет белый осадок:



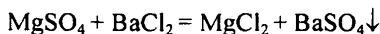
б) Прделаем реакции, подтверждающие качественный состав  $\text{MgSO}_4$ .

Раствор из пробирки разделим пополам и перельем в 2 пробирки.

Докажем присутствие ионов  $\text{Mg}^{2+}$  — прильем в одну пробирку раствор  $\text{NaOH}$ , выпадает белый осадок:



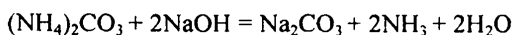
Докажем присутствие ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  — прильем в другую пробирку раствор хлорида бария, выпадет белый осадок:



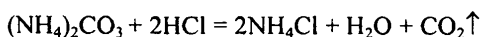
в) Проведем реакции, подтверждающие качественный состав  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

Раствор из пробирки разделим пополам и перельем в две пробирки.

Докажем присутствие ионов  $\text{NH}_4^+$  прильем в пробирку раствор  $\text{NaOH}$ , почувствуем запах аммиака:



Докажем присутствие ионов  $\text{CO}_3^{2-}$  — прильем в пробирку раствор  $\text{HCl}$ , будет выделяться газ:

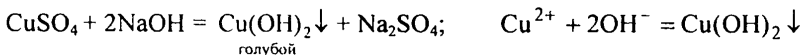


**Практическая работа № 7 (9).**  
**«Условия протекания химических реакций**  
**между растворами электролитов до конца»**

**Опыт 1.**

*Выполнение работы:*

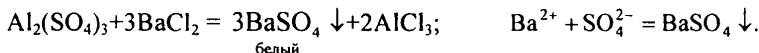
Взяли 3 пробирки; в первую прилили растворы сульфата меди (II) и гидроксида натрия, наблюдаем выпадение голубого осадка:



Во вторую пробирку прилили растворы хлорида калия и фосфата натрия. Ничего не происходит:

$3\text{KCl} + \text{Na}_3\text{PO}_4 \not\rightarrow$  реакция не идет, т.к. не образуется газ, осадок или вода.

В третью пробирку прильем растворы сульфата алюминия и хлорида бария, наблюдаем выпадение белого осадка:

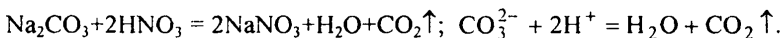
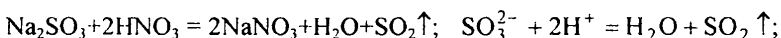


*Вывод:* реакции идут до конца, если одним из продуктов является осадок.

**Опыт 2.**

*Выполнение работы:*

В две пробирки налили раствор: сульфата натрия в первую и карбоната натрия во вторую и затем в каждую прилили раствор азотной кислоты. Наблюдаем выделение пузырьков газа:

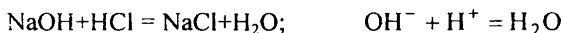


*Вывод:* Реакции идут до конца, если один из продуктов является газ.

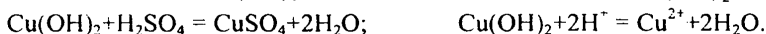
**Опыт 3.**

*Выполнение работы:*

а) В пробирку налили немного раствора гидроксида натрия и добавили несколько капель индикатора фенолфталеина. Раствор окрашивается в розовый цвет, т.к. среда щелочная. После приливания раствора соляной кислоты раствор обесцветился, т.к. раствор вновь стал нейтральным.



б) В пробирку налили примерно до половины раствора сульфата меди (II) и добавили немного раствора гидроксида натрия. Наблюдаем выпадение осадка голубого цвета. При приливании раствора серной кислоты осадок растворяется, т.к. происходит реакция нейтрализации:



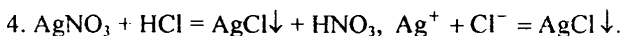
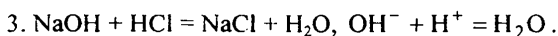
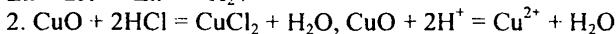
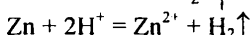
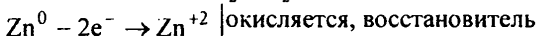
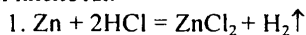
*Вывод:* Все основания вступают в реакцию нейтрализации.

## Практическая работа № 8 (10).

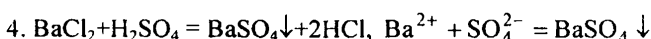
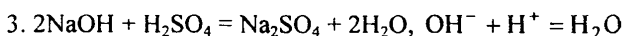
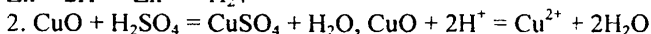
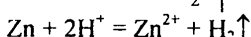
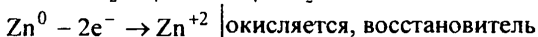
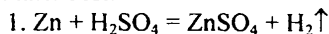
### «Свойства кислот, оснований, оксидов и солей»

#### Задание 1.

а) Осуществим реакции, характеризующие свойства раствора соляной кислоты:

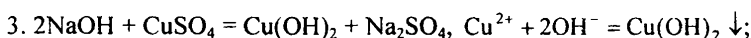
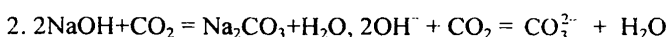
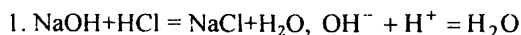


б) Осуществим реакции, характеризующие свойства раствора серной кислоты.

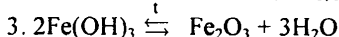
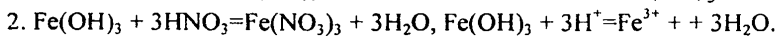
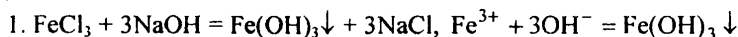


#### Задание 2.

а) осуществление реакции, характеризующей свойства раствора гидроксида натрия:

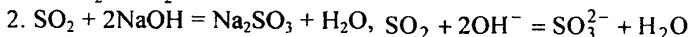
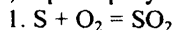


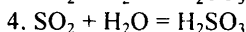
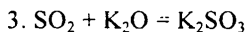
б) осуществим реакции синтеза гидроксида железа (III) и характеризующие его свойства:



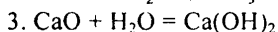
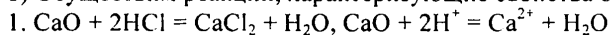
#### Задание 3.

а) Осуществим реакцию синтеза оксида серы (IV) и проделаем реакции, характеризующие его свойства.



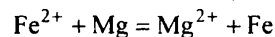
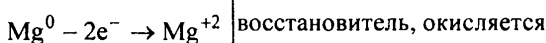
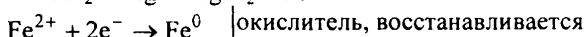
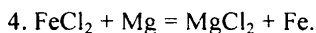
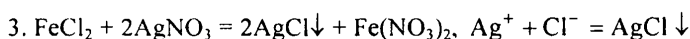
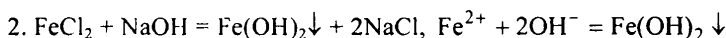
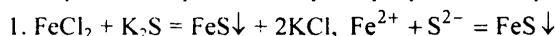


б) Осуществим реакции, характеризующие свойства оксида кальция:

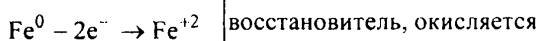
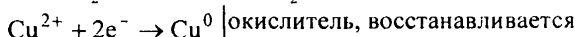
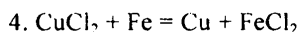
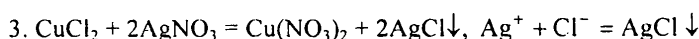
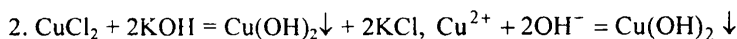
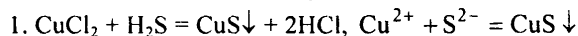


#### Задание 4.

а) Осуществим реакции, характеризующие хлорид железа (II)



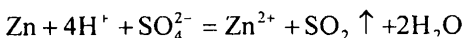
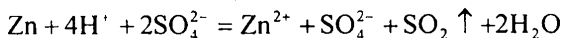
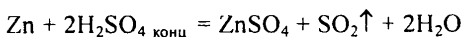
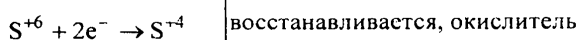
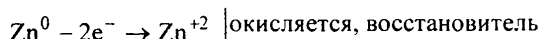
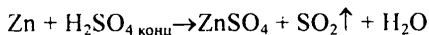
б) осуществим реакции, характеризующие хлорид меди (III)



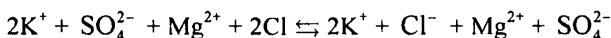
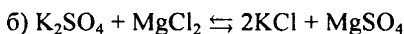
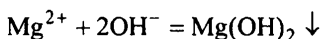
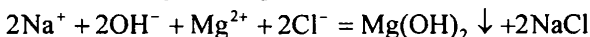
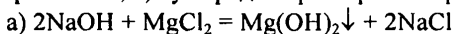
### ***Практическая работа № 9 (11).***

#### ***«Решение экспериментальных задач»***

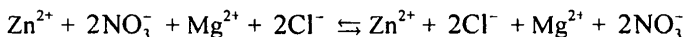
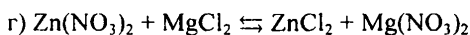
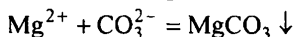
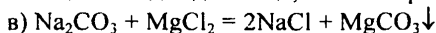
1. В пробирку положили гранулу цинка и налили немного концентрированной серной кислоты, наблюдаем растворение цинка и выделение пузырьков газа с резким запахом:



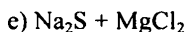
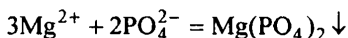
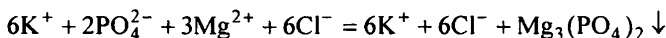
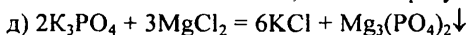
2. В каждую из шести пробирок, в которых находится: а) гидроксид натрия; б) сульфат калия; в) карбонат натрия; г) нитрат цинка; д) фосфат калия; е) сульфид натрия прилили раствор хлорида магния.



Реакция не идет до конца, т.к. не образуется осадок.

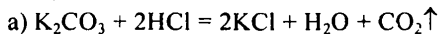


Реакция до конца не идет, т.к. не образуется осадок.

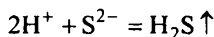
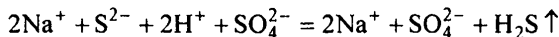
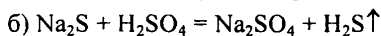
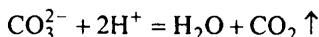
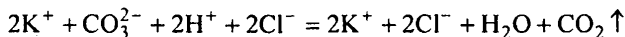


Реакция не идет, т.к. не существует соединения  $\text{MgS}$ .

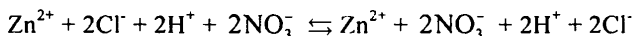
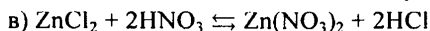
3. Сливаем растворы и определяем по запаху, какие из реакций идут до конца.



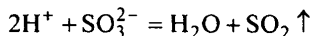
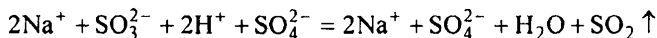
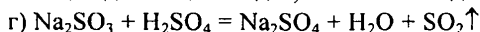
Реакция идет, т.к. выделяется газ, но он бесцветный и без запаха.



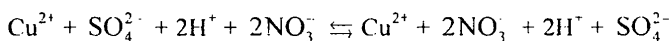
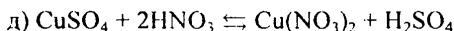
Реакция идет, т.к. выделяется газ с резким запахом тухлых яиц.



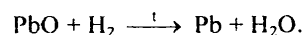
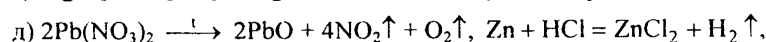
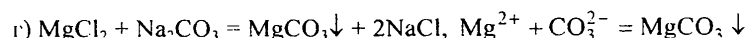
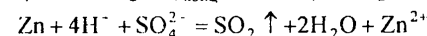
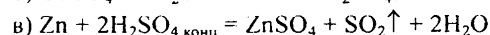
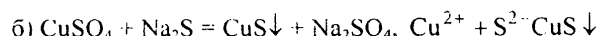
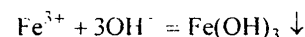
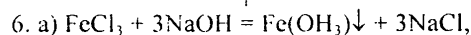
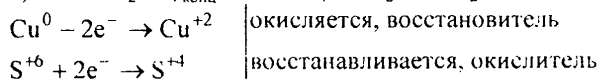
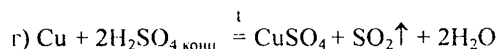
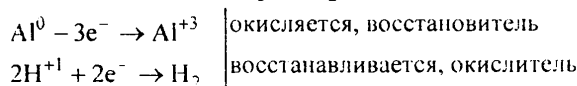
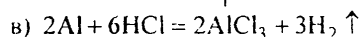
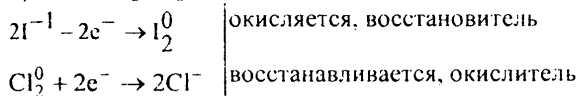
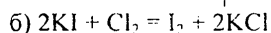
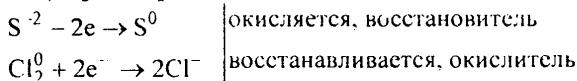
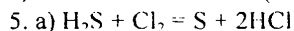
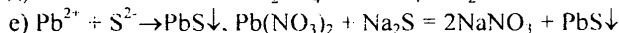
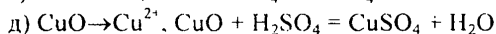
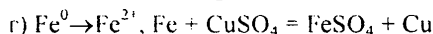
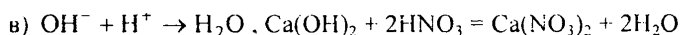
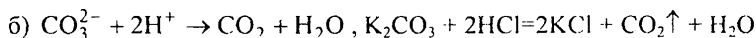
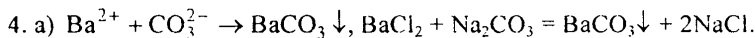
Реакция до конца не идет, т.к. газ не выделяется.



Реакция идет до конца, т.к. выделяется газ с резким неприятным запахом.



Реакция до конца не идет, т.к. не выделяется газ.





## **Глава 8 (9). Портретная галерея великих химиков (Шеренга великих химиков)**

### ***Парацельс***

#### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Безусловно цель химии, которую ставил перед собой Парацельс, благороднее, т.к. алхимики хотели получить золото ради собственной наживы, а иатрохимики хотели научиться приготавливать лекарства, чтобы предотвращать и лечить болезни людей, помогать тем самым обществу, их цель была не лично, а общественной.

#### **Ответ на вопрос 2 (2).**

Основное утверждение иатрохимиков: протекающие в организме человека процессы имеют химическую природу и на них возможно воздействовать веществами.

#### **Ответ на вопрос 3 (3).**

а) Примером такого опыта может послужить процесс электролиза воды. Когда учитель сначала установил конструкцию, заранее зная, где такое вещество будет получено и как это доказать.

б) Примером этого опыта может послужить процесс получения кислорода, когда мы сначала установили конструкцию, мы планировали, где кислород соберется и как его определить.

#### **Ответ на вопрос 4 (4).**

а) Лекарствами, полученными с помощью химических реакций, лечат терапевты.

б) Травами и другими веществами природного происхождения лечат гомеопаты.

в) Своей энергией, музыкой, физическими воздействиями на позвоночник и суставы лечат экстрасенсы.

В большей мере последователями Парацельса являются терапевты.

### ***Роберт Бойль***

#### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Больше всего соответствует химии как науке цель, которую ставил Бойль: понять, из чего состоит материальный мир и как состав веществ влияет на их свойства? Т.к. определение химии звучит как наука о веществах, их свойствах и превращениях, а современная задача химии — изучить законы, управляющие превращениями вещей в зависимости от их состава, строения и внешних факторов. Цели, которые ставили перед собой алхимики и иатрохимики, более узкие и конкретные, а химия «далеко простирает руки свои в дела человеческие».

### Ответ на вопрос 2 (2).

Бойль считал, что все тела окружающего мира состоят из элементов — мельчайших экспериментально обнаруживаемых частиц вещества. Элементы состоят из определенных и первичных соединений мельчайших частиц материи. Современные представления во многом соответствуют его теории, например, что все тела материального мира действительно состоят из молекул или атомов, а атомы состоят из протонов, нейтронов и электронов.

### Ответ на вопрос 3 (3).

Свойства веществ в первую очередь зависят от состава и строения частиц, образующих их. Например,

Li — самый легкий металл,

Os — один из самых тяжелых металлов, их атомы имеют разное строение и соответственно разные свойства, Li реагирует с водой мгновенно, Os не реагирует с водой при обычных условиях вообще.

### Ответ на вопрос 4 (4).

Вещества-индикаторы.

лакмус	метиловый оранжевый	фенолфталеин	среда
красный	красный	бесцветная	кислая
фиолетовый	оранжевый	бесцветный	нейтральная
синий	желтый	малиновый	щелочная

Примером растения-индикатора может служить медуница. По мере отцветания лепестки ее цветков меняют цвет от розового до синего. Это связано с тем, что до опыления среда растительного сока кислая и имеющийся в лепестках индикатор окрашивает их в розовый цвет, а после опыления среда щелочная, поэтому индикатор окрашивает лепестки в синий цвет.

Сок черники в нейтральной среде имеет красный цвет, а в кислой — черный.

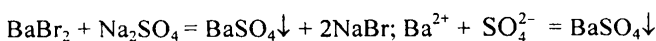
### Ответ на вопрос 5 (5).

Химический анализ — процесс определения, из каких частиц состоит вещество, сколько его или отдельных составных частей, а также процесс определения примеси в известном веществе.

Для распознавания веществ необходимо:

1. Растворить их в воде. В одной пробирке раствор станет голубым, значит здесь находится  $\text{CuCl}_2$ , в двух других бесцветным.

2. Прильем в каждую из этих пробирок  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . В одной из пробирок выпадет осадок, значит, в этой пробирке находится  $\text{BaBr}_2$ , а в третьей ничего не произойдет, здесь  $\text{NaI}$ .



## *М.В. Ломоносов*

### **Ответ на вопрос 1 (1).**

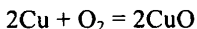
Университет дает людям образование, знания, просвещает. Так же и Ломоносов для общества очень многое открыл, показал, рассказал, доказал, просветил.

### **Ответ на вопрос 2 (2).**

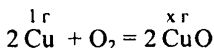
Химические реакции протекают за счет движения атомов веществ, вступивших в реакцию. Сейчас достоверно известен закон сохранения масс, который говорит, что масса исходных веществ равна массе продуктов реакции. И теплота (энергия) не выделяется или поглощается из ничего, если энергия выделилась, значит уменьшилась внутренняя энергия веществ и наоборот. А энергия существует за счет движения частиц.

### **Ответ на вопрос 3 (3).**

а) При прокаливании медной проволоки она чернеет за счет образования оксида меди (II). Если мы взвесим проволоку до прокаливании и после, то убедимся, что масса ее увеличилась, а увеличилась за счет массы кислорода из воздуха, который соединился с медью.

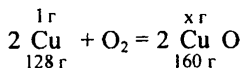


Допустим изначальная масса проволоки была 1 г, тогда после прокаливании она станет весить больше.



$$m(2\text{Cu}) = M(\text{Cu}) \cdot n = 64 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 128 \text{ г}$$

$$m(2\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot n = 80 \text{ г/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 160 \text{ г}$$



$$\frac{1}{128} = \frac{x}{160}; \quad x = \frac{160}{128} \cdot 1 = 1,25 \text{ г (CuO)}$$

После прокаливании проволока станет весить 1,25 г.

б) Если прокалывать ту же медную проволоку без доступа воздуха, то ее масса не изменится.

Этот опыт надо проводить, поместив проволоку в запаянный сосуд, а первый опыт на открытом воздухе.

### **Ответ на вопрос 4 (4).**

Поднимется чашка весов, на которой стоит зажженная свеча, т.к. воск сгорает, образует углекислый газ  $\text{CO}_2$ , который попадает в воздух, т.е. покидает сферу реакции. Нужно поместить свечи в закрытые сосуды, но достаточно большие, чтобы для горения свечи хватило кислорода, тогда весь газ будет собираться в сосуде и равновесие не нарушится.

### **Ответ на вопрос 5 (5).**

Именно химики доказали, что вещество состоит из молекул и атомов, а атомы из нейтронов, протонов и электронов. И больше других пользуются знаниями в своих работах (см. §6, ответ на вопрос 1).

### Ответ на вопрос 6 (6).

Причиной многообразия веществ является различие атомов, из которых состоят вещества, различный порядок их соединения и различное количество.

а) Молекула  $\text{SO}_2$  состоит из 2-х атомов кислорода и одного атома серы, а молекула  $\text{CO}_2$  состоит из 2-х атомов кислорода и одного атома углерода (разные атомы).

б) Молекула  $\text{CO}$  состоит из одного атома кислорода и одного атома углерода, а в молекулу  $\text{CO}_2$  входят 2 атома кислорода и 1 атом углерода (различное количество атомов).

$\text{S}^{+4}\text{O}_2^{-2}$  — оксид серы (IV);  $\text{C}^{+4}\text{O}_2^{-2}$  — оксид углерода (IV);

$\text{C}^{+2}\text{O}^{-2}$  — оксид углерода (II)

### Ответ на вопрос 7 (7).

Многие вещи, окружающие нас, получены химической промышленностью: тетради (бумага), пластиковые ручки, стеклянные банки, алюминиевые кастрюли, мыло и стиральный порошок, на нас надеты вещи из синтетических волокон. (см. §1, Ответ на вопрос 1)

## А. Лавуазье

### Ответ на вопрос 1 (1).

Лавуазье доказал, что горение — процесс соединения веществ с кислородом, а не как считалось раньше, что это разложение горючих веществ с выделением флогистона — носителя горючести тел.

Основной вклад А Лавуазье в химию в том, что он заложил основы анализа органических соединений и создал предпосылки для возникновения органической химии.

### Ответ на вопрос 2 (2).

Сущность процесса горения в окислении веществ, в результате получают оксиды элементов, образывавших данное вещество.

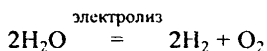
Сущность процесса дыхания в поглощении организмом кислорода и выделении углекислого газа.

Сходство этих процессов: в обоих случаях происходит окисление веществ кислородом, но в случае горения это могут быть любые вещества, кроме уже окисленных, (нужно только создать необходимые условия), а в случае дыхания окисляется глюкоза, образуются только  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Современные представления о процессе горения отличаются от представлений Лавуазье в том, что вещества при этом не соединяются с кислородом, а реагируют, окисляясь.

### Ответ на вопрос 3 (3).

В доказательство того, что вода сложное вещество, приводят электролиз воды, в результате которого образуются два простых вещества:



Проверяли это следующим образом: вносили тлеющую лучину в кислород — она вспыхивала, вносили горящую лучину в водород — раздавался хлопок.

#### **Ответ на вопрос 4 (4).**

«Элемент» Лавуазье — современный атом, поэтому можно утверждать, что закон сохранения массы соблюдается, т.к. все атомы, вступающие в реакцию, образуют продукты реакции и больше ни на что не расходуются.

#### **Ответ на вопрос 5 (5).**

Потому что не могли доказать, что кремнезем и известь есть сложные вещества, пользуясь лишь существующими тогда методами анализа.

#### **Ответ на вопрос 6 (6).**

Современные химики выделили 6 основных классов веществ:

1. Неметаллы

2. Металлы

3. Оксиды:  $\text{CuO}$  — оксид меди (II),  $\text{CaO}$  — оксид кальция,  $\text{Na}_2\text{O}$  — оксид натрия,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — оксид алюминия,  $\text{P}_2\text{O}_5$  — оксид фосфора (V),  $\text{CO}_2$  — оксид углерода (IV),  $\text{N}_2\text{O}$  — оксид азота (I),  $\text{SO}_3$  — оксид серы (VI).

4. Соли:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  — сульфат алюминия,  $\text{KCl}$  — хлорид калия,  $\text{BaBr}_2$  — бромид бария,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  — сульфит натрия,  $\text{Na}_2\text{S}$  — сульфид натрия,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  — нитрат свинца (II).

5. Кислоты:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — серная кислота,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  — сернистая кислота,  $\text{HNO}_3$  — азотная кислота,  $\text{HNO}_2$  — азотистая кислота,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  — кремниевая кислота,  $\text{H}_2\text{S}$  — сероводородная кислота,  $\text{HCl}$  — хлороводородная кислота,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  — фосфорная кислота.

6. Основания:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  — гидроксид кальция;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  — гидроксид железа (III);  $\text{NH}_4\text{OH}$  — гидроксид аммония;  $\text{KOH}$  — гидроксид калия;  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  — гидроксид меди (II)

(Определения см. § 42, ответ на вопрос 5.)

## ***К. Бертолле***

#### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Бертолле исследовал образование растворов солей в соленых озерах, это привело его к выводу, что условия химического превращения реагентов и температура влияют на протекание реакций. Бертолле создал первую теорию химических равновесий.

#### **Ответ на вопрос 2 (2).**

Бертолле считал, что в зависимости от условий процесса, из одних и тех же исходных веществ могут образовываться соединения различного состава; Пруст считал, что состав одного и того же соединения постоянен, каким бы путем оно не было получено. Дискуссия закончилась открытием закона постоянства состава соединений. Если бы победило

противоположное мнение, то все химики стали бы пытаться получить соединения, состоящие из уже известных элементов, но другого состава, и не открыли бы никаких закономерностей в образовании сложных веществ.

### Ответ на вопрос 3 (3).

Бертолетова соль  $\text{KClO}_3$ , называется так потому что впервые получил ее Бертолле.

$\text{K}^+\text{Cl}^+\text{O}_3^{-2}$  — хлорат калия;  $\text{HClO}_3$  — хлорная кислота;  $\text{Cl}_2\text{O}_5$  — оксид хлора (V)

### Ответ на вопрос 4 (4).

$\text{NH}_3$  — аммиак;  $\text{HCN}$  — синильная кислота;  $\text{H}_2\text{S}$  — сероводород;  $\text{KClO}_2$  — хлорит калия;  $\text{KClO}_3$  — хлорат калия.

Открытие бескислородных кислот дало возможность объяснить, что их свойства объясняются только присутствием в их растворах протона (иона водорода).

## Дж. Дальтон

### Ответ на вопрос 1 (1).

Основные положения атомической теории.

1. Материя состоит из мельчайших частиц — неделимых атомов, которые не разрушаются и не создаются.

2. Все атомы одного элемента одинаковы по величине и имеют одинаковую массу (все атомы водорода имеют массу  $1,67 \cdot 10^{-24}$  г).

3. Атомы различных элементов обладают различной массой и размерами (атом водорода весит  $1,674 \cdot 10^{-24}$  г, а атом кислорода  $2,667 \cdot 10^{-23}$  г).

4. Сложные частицы состоят из определенного числа входящих в это вещество различных атомов. Молекула воды  $\text{H}_2\text{O}$  — 2 атома водорода и 1 атом кислорода, она имеет только такой состав и никак не другой.

5. Масса сложной частицы определяется суммой масс составляющих ее атомов элементов.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

### Ответ на вопрос 2 (2).

1. Для атома Дальтон ввел такие характеристики, как вес и размеры.

2. Для молекулы Дальтон ввел характеристику массы (веса).

### Ответ на вопрос 3 (3).

Дальтон составил первую таблицу относительных атомных и молекулярных масс веществ. Эти массы относительны, т.е. за единицу принимается атомная масса водорода. Он впервые установил относительные массы водорода, кислорода, азота, углерода, аммиака, оксидов серы и азота и др.

#### Ответ на вопрос 4 (4).

Частицы (молекулы) в веществах находятся на некотором расстоянии друг от друга, а при взаимодействии с другими веществами мы отдаем их еще больше — это и имел в виду Дальтон. Под его определение подходят все типы реакций:

1. Соединения  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
2. Разложения  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{CO}_2$
3. Замещения  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
4. Обмена  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ .

### А. Авогадро

#### Ответ на вопрос 1 (1).

**Закон Авогадро:** в равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температуре, давлении) содержится одинаковое число молекул.

Это дало возможность легко и точно определить относительные массы молекул газообразных веществ.

#### Ответ на вопрос 2 (2).

Газы при нагревании расширяются, т.е. занимают больший объем, таким образом в разных условиях разное количество газов может занимать одинаковый объем. С повышением давления газы сжимаются, что также отражается на объеме.

#### Ответ на вопрос 3 (3).

$$\text{а) } N = n \cdot N_A, \quad n = \frac{V}{V_m} \Rightarrow N \Rightarrow \frac{V}{V_m} \cdot N_A = \frac{11,2}{22,4} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ молекул} = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

$$\text{б) } p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$p_1 n_1 = p_2 n_2; \quad p_1 n_1 = p_2 \frac{N}{N_A}$$

$$N = \frac{p_1 \cdot n_1 \cdot N_A}{p_2} = \frac{4 \cdot 0,125 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{1} = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

$$\text{в) } p_1 V_1 = p_2 V_2; \quad p_1 V_1 = p_2 V_m n_2$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_m \frac{N}{N_A}$$

$$N = \frac{p_1 V_1 N_A}{p_2 V_m} = \frac{2 \cdot 5,6 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{1 \cdot 22,4} = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

$$\text{г) } N = n \cdot N_A = 0,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

Ответ: одинаковое число молекул  $N = 3 \cdot 10^{23}$  молекул.

#### **Ответ на вопрос 4 (4).**

$\text{NH}_3$  — аммиак;  $\text{H}_2\text{S}$  — сероводород;  $\text{C}_2\text{H}_4$  — этилен;  $\text{CH}_4$  — метан;  $\text{H}_2\text{O}$  — вода;  $\text{CO}_2$  — углекислый газ;  $\text{CO}$  — угарный газ;  $\text{N}_2\text{O}$  — оксид азота (I)  $\text{NO}$  — оксид азота (II);  $\text{N}_2\text{O}_3$  — оксид азота (III);  $\text{NO}_2$  — оксид азота (IV);  $\text{N}_2\text{O}_5$  — оксид азота (V);  $\text{N}_2$  — азот;  $\text{O}_2$  — кислород;  $\text{H}_2$  — водород.

Авогадро смог правильно рассчитать массы и формулы этих соединений делением их плотностей на плотность водорода, принятую за эталон.

#### **Ответ на вопрос 5 (5).**

$\text{N}_2$  — азот;  $\text{O}_2$  — кислород;  $\text{H}_2$  — водород.

Авогадро стал первым, кто записал эти формулы именно в таком виде.

#### **Ответ на вопрос 6 (6).**

Большую часть воздуха составляют азот и кислород, имеющие относительные молекулярные массы 28 и 32 соответственно. Пары воды имеют относительную молекулярную массу 18, что меньше азота и кислорода. Поэтому 1 л влажного воздуха, в котором молекулы азота и кислорода замещаются на молекулы воды, будет легче.

## ***Д.И. Менделеев***

#### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Менделеев привел в систему разрозненные сведения об изоморфизме, что сыграло роль в развитии геохимии. Он открыл критическую температуру кипения и разработал гидратную теорию растворов, поэтому считается выдающимся физикохимиком. Он исследовал свойства разреженных газов, проявив себя как физик-экспериментатор. Он изучал воздухоплавание, метеорологию, совершенствовал технику измерений, внес вклад в метрологию.

#### **Ответ на вопрос 2 (2).**

«Первая служба России» Менделеева заключается в научной деятельности. Достижения см. ответ на вопрос 1.

«Вторая служба» — педагогическая деятельность. Менделеев издал учебник «Основы химии», преподавал во многих учебных заведениях.

«Третья служба» — содействие развитию промышленности России. Он ставил опыты по выращиванию зерновых культур, изучал способы добычи нефти и дал много ценных рекомендаций по их усовершенствованию.

#### **Ответ на вопрос 3 (3).**

Менделеев предсказал существование трех неизвестных тогда еще элементов, назвав их экабор, экалюминий и экасилиций и предсказал их свойства и уточнил атомные массы Be, Os благодаря выведенному закону периодичности изменения свойств элементов.

#### **Ответ на вопрос 4 (4).**

Периодичность — свойство, заключающееся в повторении чего-либо с определенным периодом. В таблице Менделеева периодичность



заключается в похожести свойств каждого восьмого элемента на свойства элемента предыдущего столбца. Причиной повторяемости свойств является схожесть строения валентных оболочек атомов. Таблица Менделеева является системой, т.к. положение каждого элемента строго определено его свойствами, периодически повторяющимися и горизонтально по периодам и вертикально по группам.

### **Ответ на вопрос 5 (5).**

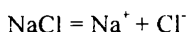
Менделеев абсолютно правильно определил закон по которому изменяются свойства элементов и в этом правиле нет и не может быть исключений, поэтому система будет только дальше увеличиваться с открытием новых элементов, и для каждого в таблице Менделеева найдется его определенное место.

## ***С. Аррениус***

### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Основные положения теории электролитической диссоциации.

1) Электролиты в растворах состоят из частично диссоциированных молекул, количество которых растет при разбавлении раствора.



2) Образующиеся при диссоциации молекул ионы определяют специфические физические и химические свойства растворов электролитов.

Электролиты делятся на сильные и слабые, в зависимости от этого проводят ток в большей или меньшей степени ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  — сильный электролит;  $\text{H}_2\text{S}$  — слабый).

3) В бесконечно разбавленных растворах молекулы существуют только в виде ионов.

4) Соединение в растворе тем более активно, чем больше оно диссоциировано на ионы.

### **Ответ на вопрос 2 (2).**

Теория электролитической диссоциации позволила объяснить свойства растворов и понять поведение сложных веществ в растворах и вне сла ясность в теорию кислот и оснований.

*Кислоты* — вещества, при диссоциации образующие протон и кислотный остаток.

*Основания* — вещества, при диссоциации образующие ион металла и гидроксид-ион.

### **Ответ на вопрос 3 (3).**

а) По характеру образующихся ионов электролиты делятся на кислоты, основания и соли.

б) По степени диссоциации электролиты делятся на сильные и слабые.

#### **Ответ на вопрос 4 (4).**

Электролиты бывают сильные и слабые, объясняется это в первую очередь их природой.

Среди элементов III периода сила электролитов их гидроксидов изменяется следующим образом:

NaOH — сильный электролит;  $Mg(OH)_2$  — слабый электролит;  $Al(OH)_3$  — слабый электролит;  $H_2SiO_3$  — слабый электролит;  $H_3PO_4$  — электролит средней силы;  $H_2SO_4$  — сильный электролит;  $HClO_4$  — сильный электролит.

Среди элементов II группы главной подгруппы сила электролитов их гидроксидов изменяется следующим образом:

$Be(OH)_2$  — слабый электролит;  $Mg(OH)_2$  — слабый электролит;  $Ca(OH)_2$  — сильный электролит;  $Sr(OH)_2$  — электролит;  $Ba(OH)_2$  — сильный электролит.

#### **Ответ на вопрос 5 (5).**

Аррениус выдвинул общую теорию образования «активных» молекул при химических реакциях. Резкое повышение скорости реакций с ростом температуры определяется увеличением при этом количества «активных» молекул в системе. Энергия активации — избыточная энергия, которой должны обладать молекулы, для того, чтобы их столкновения могли привести к образованию новых веществ. Если энергия активации мала, то большая часть столкновений приводит к реакции, т.е. скорость такой реакции велика. Если энергия активации велика, то скорость такой реакции мала. Повышая температуру, мы понижаем энергию активации и повышаем тем самым скорость реакции и наоборот.

#### **Ответ на вопрос 6 (6).**

Аррениус создал теорию электролитической диссоциации и выдвинул теорию образования «активных» молекул, проявив себя блестящим физико-химиком; выдвинул мысль, что основным источником энергии Солнца является энергия, выделяющаяся при термоядерной реакции образования гелия из водорода и признан прекрасным астрофизиком, также он написал множество работ по вопросам биологии, химии и космологии.

### ***И.С. Каблуков***

#### **Ответ на вопрос 1 (1).**

Каблуков и Кистяковский доказали, что процесс растворения является физико-химическим, что дало возможность объяснить поведение растворенных веществ в растворе и их свойства.

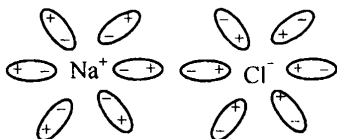
#### **Ответ на вопрос 2 (2).**

В гидратной теории растворы рассматривались как системы, в которых происходит взаимодействие растворенного вещества с молекулами растворителя, ее автором является Менделеев.

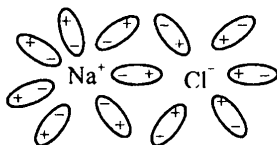
### Ответ на вопрос 3 (2).

При растворении в воде веществ с ионной связью последовательность процессов будет следующей:

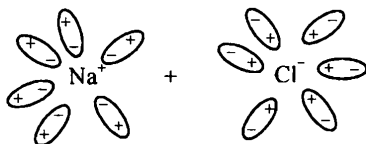
1. Ориентация молекул-диполей воды около ионов кристалла например, для NaCl.



2. Гидратация молекул воды с ионами поверхностного слоя кристалла.

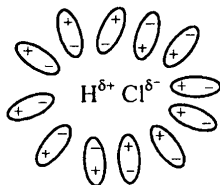


3. Диссоциация кристалла электролита на гидратированные ионы.

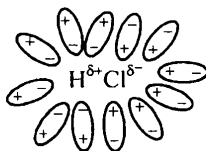


Для веществ с ковалентной полярной связью диссоциация будет протекать в следующей последовательности:

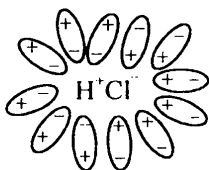
1. Ориентация молекул воды вокруг полюсов молекулы электролита.



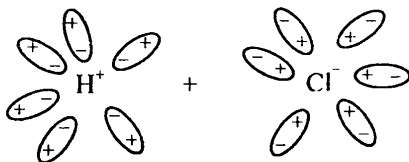
2. Гидратация молекул воды с молекулами электролита.



### 3. Ионизация молекул электролита.



### 4. Диссоциация молекул электролита на гидратированные ионы.



Такие процессы могут протекать и не только в водных растворах.

#### Ответ на вопрос 4 (н).

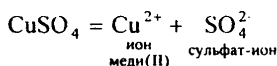
Степень диссоциации слабого электролита увеличивается с уменьшением концентрации растворенного вещества.

#### Ответ на вопрос 5 (4).

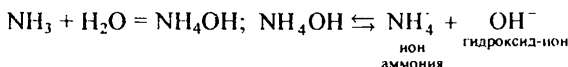
В водных растворах

а) сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$  будут находиться молекулы, т.к. сахароза не электролит, на ионы не диссоциирует и электрический ток не проводит.

б) сульфата меди (II)  $CuSO_4$  будут находиться ионы:



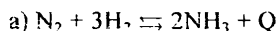
в) аммиака  $NH_3$  будут находиться молекулы и ионы



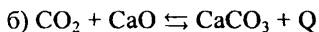
### *Ле Шателье (с)*

#### Ответ на вопрос 1 (с).

Принцип Ле Шателье: внешнее воздействие, которое выводит систему из термодинамического равновесия, вызывает в этой системе процессы, направленные на ослабление результатов такого влияния:



Для смещения равновесия вправо необходимо: понизить температуру, повысить давление, увеличить концентрацию исходных веществ и уменьшить концентрацию продуктов.



Все способы смещения равновесия вправо описаны в пункте (а).

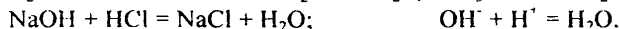
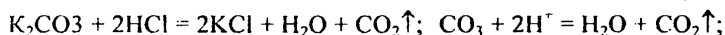
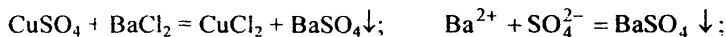
**Ответ на вопрос 2 (с).**

Больше обратимых реакций, т.к. до конца протекают реакции в результате которых выделяется газ, образуется осадок или малодиссоциирующее вещество, например,  $\text{H}_2\text{O}$ .

Обратимые реакции:

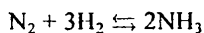


Необратимые реакции:

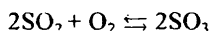


**Ответ на вопрос 3 (с).**

При промышленном производстве очень важно такое понятие как выход продукта, который тем больше, чем больше равновесие сдвинуто в сторону прямой реакции, а принцип Ле Шателье как раз это и раскрывает.

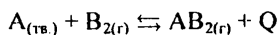


Для синтеза аммиака необходимо сдвинуть равновесие вправо, так же, как и в следующих процессах



реакция применяется при синтезе  $\text{H}_2\text{SO}_4$

**Ответ на вопрос 4 (с).**



а) равновесие сместится вправо

б) не отразится на химическом равновесии

в) равновесие сместится вправо

г) равновесие сместится вправо

Для выполнения задания используется принцип Ле Шателье.