

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава первая. Общая характеристика химических элементов и химических реакций.....</b>	<b>6</b>
§ 1. Характеристика химического элемента на основании его положения в Периодической системе Д.И. Менделеева .....	6
§ 2. Характеристика химического элемента по кислотно-основным свойствам образуемых им соединений. Амфотерные оксиды и гидроксиды .....	13
§ 3. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева .....	15
§ 4. Химическая организация природы .....	18
§ 5. Химические реакции. Скорость химической реакции .....	20
§ 6. Катализаторы и катализ .....	23
<b>Глава вторая. Металлы.....</b>	<b>24</b>
§ 7. Век медный, бронзовый, железный .....	24
§ 8. Положение металлов в Периодической системе Д.И. Менделеева и строение их атомов.....	25
§ 9. Физические свойства металлов .....	26
§ 10. Сплавы.....	27
§ 11. Химические свойства металлов .....	28
§ 12. Получение металлов.....	31
§ 13. Коррозия металлов .....	33
§ 14. Щелочные металлы .....	34
§ 15. Бериллий, магний и щелочноземельные металлы .....	36
§ 16. Алюминий .....	39
§ 17. Железо .....	41

<b>Глава третья. Неметаллы</b> .....	46
§ 18. Неметаллы: атомы и простые вещества.	
Кислород, озон, воздух .....	46
§ 19 Водород .....	48
§ 20. Вода.....	51
§ 21. Вода в жизни человека .....	54
§ 22. Галогены.....	56
§ 23. Соединения галогенов.....	58
§ 24. Получение галогенов. Биологическое значение и применение галогенов и их соединений .....	60
§ 25. Кислород .....	62
§ 26. Сера.....	65
§ 27. Соединения серы .....	66
§ 28. Азот.....	71
§ 29. Аммиак .....	73
§ 30. Соли аммония .....	76
§ 31. Кислородные соединения азота .....	78
§ 32. Фосфор и его соединения .....	80
§ 33. Углерод.....	84
§ 34. Кислородные соединения углерода .....	87
§ 35. Кремний и его соединения.....	89
<b>Глава четвертая. Обобщение знаний по химии за курс основной школы. Подготовка к государственной итоговой аттестации (ГИА)</b> .....	93
§ 36. Периодическая система Д.М. Менделеева и строение атома.....	93
§ 37. Электроотрицательность. Степень окисления. Строение вещества .....	93

§ 38. Классификация химических реакций. Скорость химической реакции.....	93
§ 39. Диссоциация электролитов в водных растворах. Ионные уравнения реакций.....	94
§ 40. Окислительно-восстановительные реакции.....	94
§ 41. Неорганические вещества, их номенклатура и классификация.....	95
§ 42. Характерные химические свойства неорганических веществ.....	95

# ГЛАВА ПЕРВАЯ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

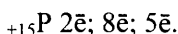
## § 1. Характеристика химического элемента на основании его положения в Периодической системе Д.И. Менделеева

### Вопрос 1.

А) Характеристика фосфора.

1. Фосфор — элемент пятой группы и третьего периода,  $Z = 15$ ,  $A_r(\text{P}) = 31$ .

Соответственно, атом фосфора содержит в ядре 15 протонов, 16 нейтронов и 15 электронов. Строение его электронной оболочки можно отразить с помощью следующей схемы:



Атомы фосфора проявляют как окислительные свойства (принимают недостающие для завершения внешнего уровня три электрона, получая при этом степень окисления  $-3$ , например, в соединениях с менее электроотрицательными элементами — металлами, водородом и т.п.) так и восстановительные свойства (отдают 3 или 5 электронов более электроотрицательным элементам — кислороду, галогенам и т.п., приобретая при этом степени окисления  $+3$  и  $+5$ .)

Фосфор менее сильный окислитель, чем азот, но более сильный, чем мышьяк, что связано с ростом радиусов атомов от азота к мышьяку. По этой же причине восстановительные свойства, наоборот, усиливаются.

2. Фосфор — простое вещество, типичный неметалл. Фосфору свойственно явление аллотропии. Например, существу-

ют аллотропные модификации фосфора такие, как белый, красный и черный фосфор, которые обладают разными химическими и физическими свойствами.

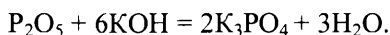
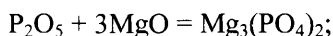
3. Неметаллические свойства фосфора выражены слабее, чем у азота, но сильнее, чем у мышьяка (соседние элементы в группе).

4. Неметаллические свойства фосфора выражены сильнее, чем у кремния, но слабее, чем у серы (соседние элементы в периоде).

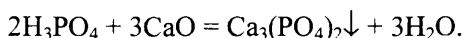
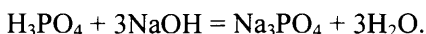
5. Высший оксид фосфора имеет формулу  $P_2O_5$ . Это кислотный оксид. Он проявляет все типичные свойства кислотных оксидов. Так, например, при взаимодействии его с водой получается фосфорная кислота.



При взаимодействии его с основными оксидами и основаниями он дает соли.



6. Высший гидроксид фосфора — фосфорная кислота  $H_3PO_4$ , раствор которой проявляет все типичные свойства кислот: взаимодействие с основаниями и основными оксидами:

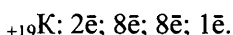


7. Фосфор образует летучее соединение  $H_3P$  — фосфин.

Б) Характеристика калия.

1. Калий имеет порядковый номер 19,  $Z = 19$  и относительную атомную массу  $A_r(K) = 39$ . Соответственно заряд ядра его атома +19 (равен числу протонов). Следовательно, число ней-

тронов в ядре равно 20. Так как атом электронейтрален, то число электронов, содержащихся в атоме калия, тоже равно 19. Элемент калий находится в четвертом периоде периодической системы, значит, все электроны располагаются на четырех энергетических уровнях. Таким образом, строение атома калия записывается так:



Исходя из строения атома, можно предсказать степень окисления калия в его соединениях. Так как в химических реакциях атом калия отдает один внешний электрон, проявляя восстановительные свойства, следовательно, он приобретает степень окисления +1.

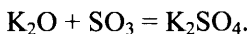
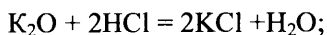
Восстановительные свойства у калия выражены сильнее, чем у натрия, но слабее, чем у рубидия, что связано с ростом радиусов от Na к Rb.

2. Калий — простое вещество, для него характерна металлическая кристаллическая решетка и металлическая химическая связь, а отсюда — и все типичные для металлов свойства.

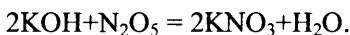
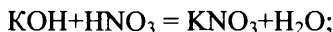
3. Металлические свойства у калия выражены сильнее, чем у натрия, но слабее, чем у рубидия, т.к. атом калия легче отдает электрон, чем атом натрия, но труднее, чем атом рубидия.

4. Металлические свойства у калия выражены сильнее, чем у кальция, т.к. один электрон атома калия легче оторвать, чем два электрона атома кальция.

5. Оксид калия  $\text{K}_2\text{O}$  является основным оксидом и проявляет все типичные свойства основных оксидов. Взаимодействие с кислотами и кислотными оксидами.



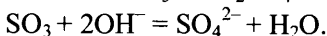
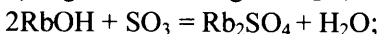
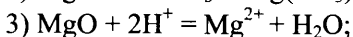
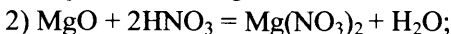
6. В качестве гидроксида калию соответствует основание (щелочь) KOH, которое проявляет все характерные свойства оснований: взаимодействие с кислотами и кислотными оксидами.



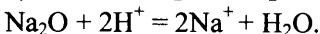
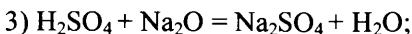
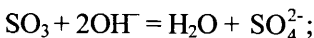
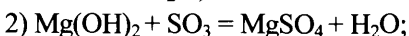
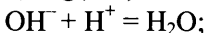
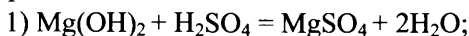
7. Летучего водородного соединения калий не образует, а образует гидрид калия KH.

### Вопрос 2.

а) MgO — основной оксид, SO<sub>3</sub> — кислотный оксид.

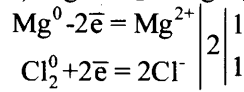
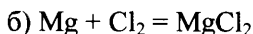
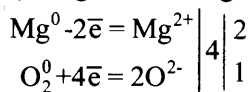
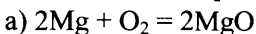


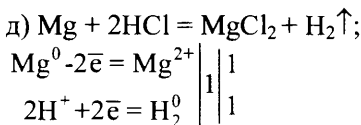
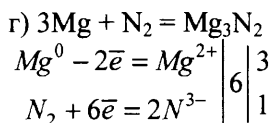
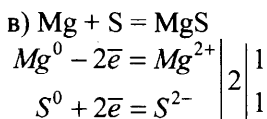
б) Mg(OH)<sub>2</sub> — основной гидроксид, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — кислотный гидроксид.



### Вопрос 3.

Магний — простое вещество, для него характерна металлическая кристаллическая решетка; он обладает металлическим блеском, электропроводностью.



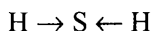


#### Вопрос 4.

Аллотропия — явление существования химического элемента в виде нескольких простых веществ, различных по строению и свойствам (так называемых аллотропных форм).

а) В молекулах состава  $\text{S}_8$  реализуется ковалентно-неполярный тип связи (т.е. не происходит смещения электронной пары, образующей связь).

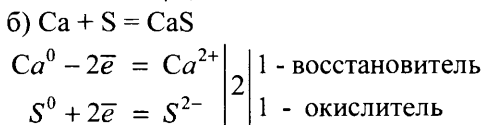
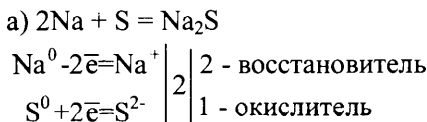
б) В молекулах состава  $\text{H}_2\text{S}$  реализуется ковалентно-полярный тип связи, т.к. происходит смещение электронной пары к более электроотрицательному атому — сере (S).



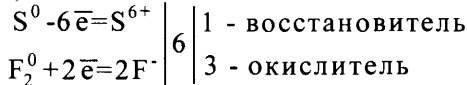
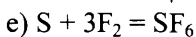
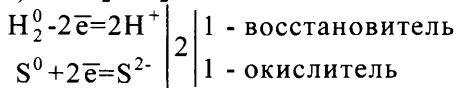
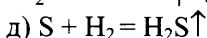
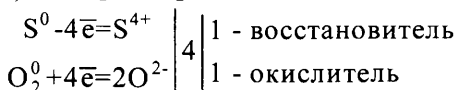
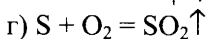
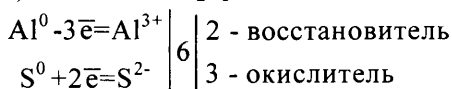
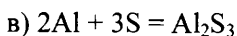
#### Физические свойства ромбической серы ( $\text{S}_8$ ):

Вещество лимонно-желтого цвета, устойчивое до  $t = 95,6^\circ\text{C}$ , растворяется в сероуглероде ( $\text{CS}_2$ ), анилине, бензоле, феноле.

#### Уравнения реакций:







### Вопрос 5.

Неметаллические свойства кремния выражены слабее, чем у фосфора, но сильнее, чем у алюминия.

### Вопрос 6.

а) У азота кислотные свойства выражены сильнее, чем у фосфора, т.к. в группах сверху вниз происходит усиление основных и ослабление кислотных свойств.

б) У серы кислотные свойства выражены сильнее, чем у фосфора, т.к. в периодах слева направо происходит усиление кислотных и ослабление основных свойств.

### Вопрос 7.

Дано:  $\eta(\text{O}_2) = 0,2$ ;  $m(\text{Mg}) = 0,12\text{г}$ ;  $\omega_{\text{Mg}}(\text{примеси}) = 2\%$ .

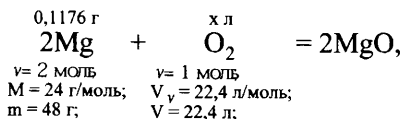
Найти:  $V$  (воздуха)

Решение: 1. Найдем массу магния без примеси:

$$m_{\text{чистый}}(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) - m(\text{Mg}) \cdot \omega_{\text{Mg}}(\text{примеси});$$

$$m_{\text{чистый}}(\text{Mg}) = 0,12\text{ г} - 0,12\text{ г} \cdot 0,02 = 0,1176\text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакции сжигания магния. 0,1176 г.



По уравнению реакции составим пропорцию:

$$48 \text{ г} \text{ — } 22,4 \text{ л}$$

$$0,1176 \text{ г} \text{ — } x \text{ л}$$

$$x = \frac{0,1176 \cdot 22,4}{48} = 0,05488 \text{ л.}$$

Следовательно, 0,05488 л чистого кислорода требуется на сжигание 0,1176 г магния.

3. Найдем объем воздуха, который потребуется на сжигание магния:

$$V(\text{воздуха}) = \frac{V(\text{O}_2)}{\eta(\text{O}_2)} = \frac{0,05488}{0,2} = 0,2744 \text{ л.}$$

Ответ:  $V(\text{воздуха}) = 0,2744 \text{ л.}$

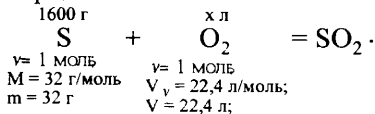
### Вопрос 8.

Дано:  $m(\text{S}) = 1,6 \text{ кг} = 1600 \text{ г},$

$\omega = 80 \text{ \%}.$

Найти:  $V(\text{SO}_2)$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции сжигания серы в кислороде.



Составим пропорцию:

$$32 \text{ г} \text{ — } 22,4 \text{ л}$$

$$1600 \text{ г} \text{ — } x \text{ л}$$

$$x = \frac{1600 \cdot 22,4}{32} = 1120 \text{ л.}$$

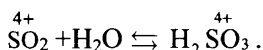
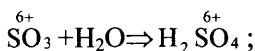
$$V_{\text{практ}}(\text{SO}_2) = V_{\text{теор}}(\text{SO}_2) \cdot \omega = 1120 \text{ л} \cdot 0,8 = 896 \text{ л.}$$

Ответ:  $V(\text{SO}_2) = 896 \text{ л.}$

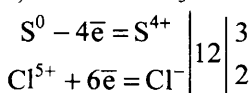
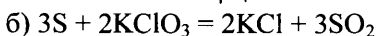
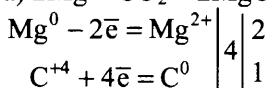
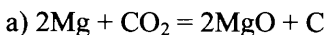
### Вопрос 9.

Нет, нельзя. Прежде всего, из-за различия в степенях окисления. В оксиде сера имеет степень окисления 6+. В сернистой кислоте — 4+. Высшему оксиду  $\text{SO}_3$  соответствует серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Сернистой кислоте  $\text{H}_2\text{SO}_3$  соответствует оксид  $\text{SO}_2$ .

Данные соответствия можно показать гидролизом оксидов.



### Вопрос 10.

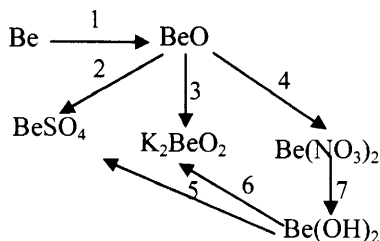


## § 2. Характеристика химического элемента по кислотно-основным свойствам образуемых им соединений. Амфотерные оксиды и гидроксиды

### Вопрос 1.

Амфотерным гидроксидам присуще свойство реагировать с кислотами как основание и со щелочами как кислота. Поэтому, когда мы к раствору щелочи приливаем по каплям раствор соли, у нас получается амфотерный гидроксид, который сразу же реагирует с щелочью, образуя растворимую соль, и мы не наблюдаем выпадение в осадок амфотерного гидроксида.

## Вопрос 2.



1.  $2\text{Be} + \text{O}_2 = 2\text{BeO}$ ;
2.  $\text{BeO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BeSO}_4\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;
3.  $\text{BeO} + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{BeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
4.  $\text{BeO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Be}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
5.  $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BeSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{BeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;
7.  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_3 + \text{Be}(\text{OH})_2$ .

## Вопрос 3.

- а)  $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Be}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Be}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .
- б)  $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = \text{BeO}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{BeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{BeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

## Вопрос 4.

Амфотерностью называется способность вещества проявлять как кислотные, так и основные свойства. Кислотные свойства, как правило, проявляют соединения неметаллов. Например,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;  $\text{CO}_2$ .

Но существуют кислоты, образованные металлами.

Например,  $\text{KMnO}_4$  — перманганат калия,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  — дихромат калия,  $\text{Na}_3\text{VO}_4$  — ванадат натрия,  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  — гидроксоалюминат натрия.

То есть металлы могут также проявлять кислотные свойства. Основные свойства характерны практически только для металлов.

Например,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{LiNO}_3$ .

### § 3. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

#### Вопрос 1.

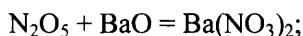
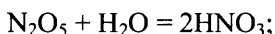
Периодический закон Менделеева — один из основополагающих законов химии. Можно утверждать, что вся современная химия построена на нем. Он объясняет зависимость свойств атомов от их строения, обобщает эту зависимость для всех элементов, разделяя их на различные группы, а также предсказывает их свойства в зависимости от строения и строение в зависимости от свойств.

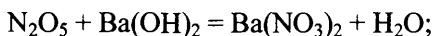
Существуют другие законы, несущие объясняющую, обобщающую и предсказательную функции. Например, закон сохранения энергии, закон преломления света, генетический закон Менделя.

#### Вопрос 2.

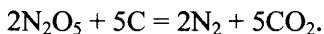
Руководствуясь периодической системой, найдем элемент с нужным расположением электронов (2 и 5). Этот элемент — азот:  $\text{N}: 1s^2 2s^2 2p^3$ .

Этот элемент образует простое вещество —  $\text{N}_2$ , азот. Водородное соединение азота —  $\text{NH}_3$ , аммиак. Высший оксид азота —  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Кислотный оксид  $\text{N}_2\text{O}_5$  при растворении в воде переходит в сильную азотную кислоту  $\text{HNO}_3$ .





$\text{N}^{5+}$  обладает сильными окислительными свойствами:



### Вопрос 3.

Раньше элемент бериллий ошибочно относили к III группе. Причина этого заключалась в неправильном определении атомной массы бериллия (вместо 9 ее считали равной 13,5). Д.И. Менделеев предположил, что бериллий находится в II группе, основываясь на химических свойствах элемента. Свойства бериллия были очень похожи на свойства Mg и Ca, и совершенно не похожи на свойства Al. Зная, что атомные массы Li и B, соседних элементов к Be, равны соответственно 7 и 11, Д.И. Менделеев предположил, что атомная масса бериллия равна 9.

### Вопрос 4.

Ca — атом, у которого электроны распределены согласно ряду чисел 2, 8, 8, 2. Элемент № 7 — N, элемент № 8 — O.

Уравнения реакций:



Продукты реакций имеют ионный тип связи.

Азот и кислород имеют молекулярное строение кристаллических решеток, а у кальция металлическая кристаллическая решетка.

Продукты взаимодействия —  $\text{Ca}_3\text{N}_2$  и CaO имеют ионное строение кристаллической решетки.

### Вопрос 5.

N, P, As, Sb, Bi — усиление металлических свойств.

Металлические свойства в группах усиливаются.

### Вопрос 6.

Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl — усиление неметаллических свойств. Неметаллические свойства в периодах усиливаются.

### Вопрос 7.

$\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  — уменьшение кислотных свойств.

Кислотные свойства в периодах увеличиваются.

$\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$  — уменьшение кислотных свойств.

### Вопрос 8.

$\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$  — возрастание основных свойств, т.к. в периодах основные свойства ослабевают.  $\text{B}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{LiOH}$  — возрастание основных свойств.  $\text{B}(\text{OH})_3$  — слабая кислота;  $\text{Be}(\text{OH})_2$  — слабое основание;  $\text{LiOH}$  — сильное основание.

### Вопрос 9.

Периодическая система элементов отражает взаимосвязь химических элементов. Атомный номер элемента равен заряду ядра, численно он равен числу протонов. Число нейтронов, содержащихся в ядрах одного элемента, в отличие от числа протонов, может быть различным. Атомы одного элемента, ядра которых содержат разное число нейтронов, называются изотопами.

Каждый химический элемент имеет по несколько изотопов (природных или полученных искусственно). Атомная масса химического элемента равна среднему значению из масс всех его природных изотопов с учетом их распространенности.

С открытием изотопов для распределения элементов по периодической системе стали использовать заряды ядер, а не их атомные массы.

### **Вопрос 10.**

Так происходит из-за того, что свойства элементов и их соединений зависят не от общего числа электронов, а только от валентных, которые находятся на последнем слое. Количество валентных электронов меняется периодически, следовательно, свойства элементов также меняются периодически.

### **Вопрос 11.**

1. Свойства химических элементов и образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от относительных атомных масс элементов.

2. Свойства химических элементов и образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от заряда атомных ядер элементов.

3. Свойства химических элементов и образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от строения внешних энергетических уровней в электронной оболочке атома.

## **§ 4. Химическая организация природы**

### **Вопрос 1.**

Различия между живой и неживой природой обнаруживаются на молекулярном уровне существования (на атомном уровне их нет). Наряду с неорганическими веществами клетки живых организмов содержат вещества, характерные только для них — органические. Их молекулы состоят в основном из макроэлементов (углерода, водорода, кислорода, азота).

### **Вопрос 2.**

В неживой природе отсутствуют органические вещества — белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, витамины и т.п.



### **Вопрос 3.**

Биогенными называют химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и имеющие определенное биологическое значение. Прежде всего азот, кислород, углерод, водород, кальций, калий, фосфор.

Эти элементы входят в состав всех живых организмов, составляют их основную массу и играют большую роль в процессах жизнедеятельности.

### **Вопрос 4.**

Эндемический зоб — заболевание щитовидной железы, вызванное недостатком йода в воде и пище.

Эндемики — биологические группы, представители которых обитают на относительно ограниченном ареале.

Примерами эндемиков-животных могут служить яйцекладущие и сумчатые млекопитающие обитающие только в Австралии и некоторых островах Новой Гвинеи.

Примерами эндемиков-растений являются Сейшельская пальма (Сейшельские острова) и ливанский кедр (Ливан)

### **Вопрос 5.**

Витамины — органические вещества различной химической природы, поступающие в организм с пищей в малых дозах и оказывающие большое влияние на обмен веществ и общую жизнедеятельность организма. Не образуются в клетках организма в отличие от ферментов.

Ферменты — органические вещества белковой природы выполняющие роль катализатора в процессах жизнедеятельности организма. В малых количествах обеспечивают нормальную работу всей живой системы.

Таким образом и витамины и ферменты это органические вещества, которые в малых количествах оказывают значительное влияние на жизнедеятельность всего организма.

## Вопрос 6.

Инсулин (поджелудочная железа) — снижает содержание сахара в крови.

Глюкагон (поджелудочная железа) — повышает содержание сахара в крови.

Адреналин (надпочечники) — повышает артериальное давление, учащает и усиливает сердцебиение и дыхание.

Норадреналин (надпочечники) — повышает артериальное давление, учащает и усиливает сердцебиение и дыхание.

Окситоцин (гипофиз) — сокращение гладкой мускулатуры.

Вазопрессин (гипофиз) — сужает сосуды, повышает кровяное давление, антидиуретический эффект.

## § 5. Химические реакции.

### Скорость химической реакции

#### Вопрос 1.

Химическая реакция — процесс, в результате которого разрушаются старые химические связи и возникают новые, а из исходных веществ образуются новые вещества.

#### Вопрос 2.

а) горение фосфора  $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$

реакция соединения

необратимая

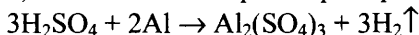
экзотермическая

окислительно-восстановительная

гетерогенная

некаталитическая

б) взаимодействие раствора серной кислоты с алюминием.



реакция замещения

необратимая  
экзотермическая  
окислительно-восстановительная  
гетерогенная  
некаталитическая  
в) реакция нейтрализации  
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
реакция обмена  
необратимая  
экзотермическая  
без изменения степеней окисления  
гомогенная (растворы)  
некаталитическая  
г) образование оксида азота (II) и кислорода  
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$   
реакция соединения  
необратимая  
экзотермическая  
окислительно-восстановительная  
гомогенная  
некаталитическая

### Вопрос 3.

Реакция горения дров (быстро)  
Реакция гниения овощей (медленнее)  
Реакция ржавления железа (медленно)  
Реакция разложения полимеров (очень медленно)

### Вопрос 4.

Скорость химической реакции — изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени. На скорость химической реакции оказывают влияние:

1. Природа реагирующих веществ
2. Концентрация реагирующих веществ

3. Площадь соприкосновения реагирующих веществ.
4. Температура.
5. Катализаторы.

### Вопрос 5.

Повышение температуры и концентрации реагентов увеличивает скорость реакции поэтому большинство производственных процессов в промышленности проводят при высоких температурах и большом давлении.

Биохимические процессы в живом организме также протекают с большой скоростью, что обеспечивается ферментативной регуляцией (использованием катализаторов).

### Вопрос 6.

Мы знаем, что при низких температурах скорость химических процессов падает, поэтому чтобы избежать преждевременной порчи продуктов храним их в холодильнике (снижает скорость реакций разложения и гниения).

Другим способом дольше сохранить продукты является вакуумная упаковка, которая исключает доступ кислорода — одного из компонентов реакций окисления. При снижении концентрации даже одного из реагентов скорость реакции также падает.

### Вопрос 7.

См. вопрос 6.

### Вопрос 8.

Пусть скорость первоначальной реакции при  $100^{\circ}\text{C}$  —  $v_1$ , а скорость при  $150^{\circ}\text{C}$  —  $v_2$ .

$$\text{Тогда } \frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2^{\frac{150 - 100}{10}} = 2^5 = 32.$$

Скорость реакции возрастет в 32 раза.

## § 6. Катализаторы и катализ

### Вопрос 1.

Катализаторы — вещества, изменяющие скорость реакции или путь, по которому она протекает, но остающиеся неизменными качественно и количественно по окончании реакции.

В присутствии катализатора химические реакции протекают быстрее и при более низких температурах, что удешевляет производственные процессы. Происходит это благодаря тому, что катализаторы уменьшают энергию активации реагирующих веществ. Что в свою очередь делает столкновение молекул более эффективным в плане образования новых связей.

### Вопрос 2.

Благодаря ферментативному катализу (использованию ферментов в качестве катализатора) человек освоил процессы расщепления органических веществ, научился печь хлеб, варить пиво, изготавливать вино и сыр.

**Вопрос 3 — вопрос 5 рассчитаны на самостоятельную работу учеников.**

## ГЛАВА ВТОРАЯ. МЕТАЛЛЫ

### § 7. Век медный, бронзовый, железный

#### Вопрос 1.

В эпоху античности семью чудесами света считали египетские пирамиды, висячие сады Вавилона, статую Колосса Родосского, Храм Артемиды в Эфесе, статую олимпийского бога Юпитера, мавзолей в Галикариасе, Александрийский маяк.

В создании египетских пирамид играла немалую роль медь, т.к. для сооружения пирамиды использовались инструменты, изготовленные из меди.

Гигантская статуя Колосса Родосского была полностью изготовлена из бронзы.

Статуя Юпитера была частично сделана из золота: из благородного металла был изготовлен плащ Юпитера.

#### Вопрос 2.

Свойства ртути при обычных условиях можно описать следующими прилагательными: жидкая, ядовитая, блестящая (б, г, е).

#### Вопрос 3.

В основе образования литературного выражения «стальной характер», «железные нервы», «золотое сердце», «металлический голос», «свинцовый кулак» лежат следующие свойства металлов: твердость, прочность.

#### Вопрос 4.

Для характеристики предгрозового неба можно использовать прилагательные: свинцовое, тяжелое (в, д).

### **Вопрос 5.**

Для того, чтобы хорошо подготовиться к сообщению, вы можете воспользоваться детской энциклопедией или энциклопедией искусства.

### **Вопрос 6.**

Предоставляем возможность вам самим пофантазировать на эту тему.

Для того, чтобы вам легче было сориентироваться, обозначим некоторые возможности для применения металлов: конструкционные материалы; электротехнические материалы; жаропрочные материалы.

## **§ 8. Положение металлов в Периодической системе Д.И. Менделеева и строение их атомов**

### **Вопрос 1.**

Восстановительные свойства металлов определяются способностью отдавать электроны внешнего слоя. Чем легче атом отдает электроны внешнего слоя, тем более сильным восстановителем он является.

### **Вопрос 2.**

Самый активный металл — франций (Fr).

Франций легче всего отдает электрон внешнего слоя. Он обладает самым большим атомным радиусом, поэтому энергия взаимодействия ядра атома с внешней электронной оболочкой мала.

### **Вопрос 3.**

Металлы проявляют восстановительные свойства в нулевой степени окисления, т.е. сам металл может быть только восстановителем. Приведенный процесс — пример окисления  $\text{Cu}^{2+}$  до  $\text{Cu}^0$ . В данном примере медь выступает в виде катиона.

## **§ 9. Физические свойства металлов**

### **Вопрос 1.**

Самый легкоплавкий металл — ртуть. Уже при комнатной температуре он является жидкостью.

### **Вопрос 2.**

В технике используются такие свойства металлов, как электропроводность, твердость, термоустойчивость.

### **Вопрос 3.**

Щелочные металлы имеют самую низкую энергию ионизации, т.е. они легко отдают электрон с последнего слоя. Для того, чтобы отнять этот электрон от металла, достаточно даже энергии света (фотона).

На явлении фотоэффекта основано действие фотоэлектрических приборов, получившие разнообразное применение в различных областях науки и техники — фотоэлементы, работающие на основе фотоэффекта, преобразуют энергию излучения в электрическую.

### **Вопрос 4.**

На тугоплавкости вольфрама основано его применение в лампах накаливания.



### Вопрос 5.

В литературных выражениях «серебряный иней», «золотая заря», «свинцовые тучи» заключено свойство металлов отражать световые лучи, в результате чего они приобретают характерную окраску, металлический блеск.

## § 10. Сплавы

### Вопрос 1.

Бронзовый век продолжался приблизительно 3000 лет (конец 4 — начало 1 тысячелетия до н. э.). Название «бронзовый век» обусловлено тем, что в этот период широко использовался сплав меди и олова, который получил название бронза.

### Вопрос 2.

Мельхиор — сплав, содержащий около 80 % меди и 20 % никеля. Поэтому для производства 25 кг мельхиора необходимо взять:

$$m(\text{Cu}) = m(\text{мельхиора}) \cdot \omega(\text{Cu})_{\text{в сплаве}} = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ кг.}$$

$$m(\text{Ni}) = m(\text{мельхиора}) \cdot \omega(\text{Ni})_{\text{в сплаве}} = 25 \cdot 0,2 = 5 \text{ кг.}$$

Ответ: 20 кг Cu и 5 кг Ni.

### Вопрос 3.

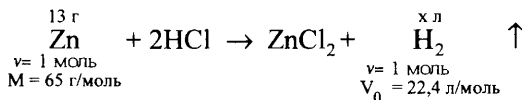
Нетрудно заметить, что слова «легирующий» и «привилегированный» имеют одинаковую часть «легир» в корнях. Очевидно, что они происходят от одного и того же слова. Легирующие элементы добавляют в сплав, чтобы улучшить их физические свойства. «Привилегированный» означает «лучший», «более высокий, чем у остальных».

#### Вопрос 4.

Дано:  $m(\text{латуни}) = 100 \text{ г}$ ,  $\omega(\text{Zn}) = 13\%$

Найти:  $V(\text{H}_2)$  —?

Решение: 1. Заменяем уравнение реакции цинка с соляной кислотой



Составим пропорцию и определим объем выделившегося водорода

$$M(\text{Zn}) = m(\text{латуни}) \cdot \omega(\text{Zn}) = 100 \cdot \frac{13}{100} = 13 \text{ г}$$

$$65 \text{ г} — 22,4 \text{ л} \qquad 13 \text{ г} — x \text{ л}$$

$$x = \frac{13 \cdot 22,4}{65} = 4,48 \text{ л}$$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 4.48 \text{ л}$

## § 11. Химические свойства металлов

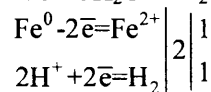
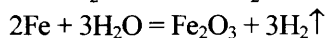
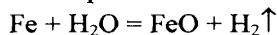
#### Вопрос 1.

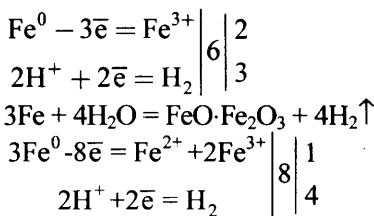
Запишем уравнение реакций образования железной окалины.



$\text{Fe}_3\text{O}_4$  — представляет собой смесь двух оксидов  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Поэтому уравнение реакции (1) можно условно представить в виде двух уравнений и для каждого составить уравнение электронного баланса.





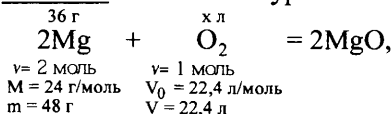
То есть получили, что в реакции образования железной окалины три атома железа отдают 8 электронов.

### Вопрос 2.

Дано:  $m(\text{Mg}) = 36 \text{ г}$ ,  $\eta(\text{O}_2) = 0,21$ .

Найти:  $V(\text{возд})$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции сжигания магния.



Составим пропорцию и определим объем кислорода, необходимого для проведения реакции:  $48 \text{ г} \text{ — } 22,4 \text{ л}$        $36 \text{ г} \text{ — } \text{х л}$

$$\text{х} = \frac{36 \cdot 22,4}{48} = 16,8 \text{ л}; \quad V(\text{O}_2) = 16,8 \text{ л}.$$

2. Найдем объем воздуха, необходимого для проведения реакции:

$$V(\text{возд}) = \frac{V(\text{O}_2)}{\eta(\text{O}_2)} = \frac{16,8 \text{ л}}{0,21} = 80 \text{ л}.$$

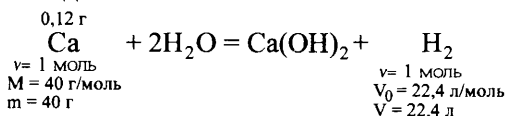
Ответ:  $V(\text{возд}) = 80 \text{ л}$ .

### Вопрос 3.

Дано:  $m(\text{Ca}) = 120 \text{ мг} = 0,12 \text{ г}$ ,  $\omega = 80 \%$

Найти:  $V(\text{H}_2)$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции растворения кальция в воде.



Составим пропорцию и найдем объем водорода, который теоретически должен был получиться в ходе реакции:

$$40 \text{ г} — 22,4 \text{ л} \qquad 0,12 \text{ г} — x \text{ л}$$

$$x = \frac{0,12 \cdot 22,4}{40} = 0,0672 \text{ л. } V_{\text{теор.}}(\text{H}_2) = 0,0672 \text{ л.}$$

Ответ:  $V(\text{H}_2) = 0,0672 \text{ л.}$

2. По условию задачи выход газа составляет 80 % от теоретически возможного. Поэтому практически было получено:

$$V_{\text{практ.}}(\text{H}_2) = V_{\text{теор.}}(\text{H}_2) \cdot \omega = 0,0672 \text{ л} \cdot 0,8 = 0,05376 \text{ л.}$$

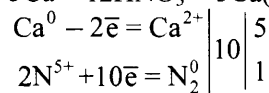
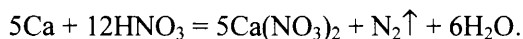
Ответ:  $V_{\text{практ.}}(\text{H}_2) = 0,054 \text{ л.}$

#### Вопрос 4.

Щелочные и щелочноземельные металлы очень активны и реагируют практически со всем, с чем соприкасаются.

Например, на воздухе эти металлы легко окисляются. Если эти металлы хранить под слоем керосина, к которому они инертны, то можно уберечь от ненужных взаимодействий. Литий — самый легкий из металлов. Он легче керосина и в отличие от других металлов всплывает в нем, поэтому его хранят в вазелине.

#### Вопрос 5.

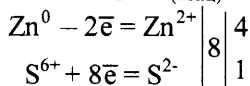
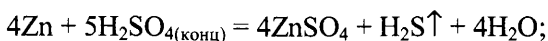


#### Вопрос 6.

По правилу, которое гласит, что металлы, стоящие в ряду напряжения левее водорода, вытесняют его из растворов кислот, водород при реакции свинца с раствором серной кислоты должен получиться. Но данное правило соблюдается, если в реакции металла с кислотой образуется растворимая соль,

а  $\text{PbSO}_4$  — нерастворимая соль. Поэтому в случае свинца и серной кислоты правило не действует и, следовательно, водород нельзя получить при взаимодействии свинца с раствором серной кислоты.

### Вопрос 7.



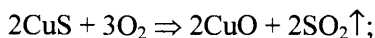
В этой реакции цинк проявляет восстановительные свойства.

## §12. Получение металлов

### Вопрос 1.

Г. Агрикол в своей книге имел в виду пирометаллургию.

Пирометаллургические процессы включают обжиг, при этом содержащиеся в рудах соединения металлов, в частности сульфиды, переводятся в оксиды, а сера удаляется в виде  $\text{SO}_2$ , например:



Затем оксиды переводятся в чистые металлы путем амонотермии.

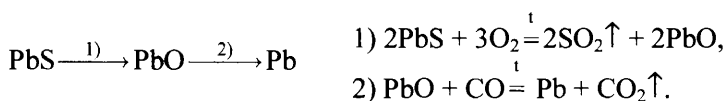
### Вопрос 2.

Экологически более безопасен бактериальный метод получения меди.

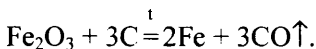
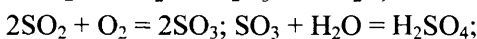
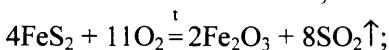
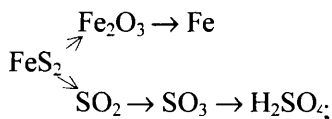
### Вопрос 3.

Щелочные и щелочноземельные металлы нельзя получить гидрометаллургическим методом, потому что данный метод основан на выделении металлов из раствора под действием электрического тока. А если мы из раствора выделим щелочной металл в чистом виде, то он сразу же будет взаимодействовать с водой, образуя гидроксид.

### Вопрос 4.



### Вопрос 5.



### Вопрос 6.

Дано:  $m(\text{гор. пор.}) = 120 \text{ т} = 120000 \text{ кг}$ ,

$\omega(\text{Cu}_2\text{S}) = 20 \%$ ,  $W = 90 \%$

Найти:  $m(\text{Cu})$

Решение: 1. Найдем сколько  $\text{Cu}_2\text{S}$  содержится в горной породе.

$$m(\text{Cu}_2\text{S}) = m(\text{гор. пор.}) \cdot \omega(\text{Cu}_2\text{S}) = 1,2 \cdot 10^8 \text{ г} \cdot 0,2 = 2,4 \cdot 10^7 \text{ г}.$$

2. Найдем сколько чистой меди можно получить теоретически из  $\text{Cu}_2\text{S}$ :

$$m_{\text{теор}}(\text{Cu}) = m(\text{Cu}_2\text{S}) \cdot \omega(\text{Cu в Cu}_2\text{S}) = m(\text{Cu}_2\text{S}) \cdot \frac{2A_r(\text{Cu})}{M_r(\text{Cu}_2\text{S})} =$$

$$= 2,4 \cdot 10^7 \cdot \frac{2 \cdot 64}{2 \cdot 64 + 32} = 1,92 \cdot 10^7 \text{ г.}$$

3. Найдем сколько чистой меди получили практически:

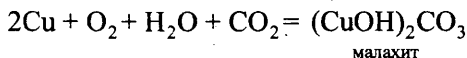
$$m_{\text{практ}}(\text{Cu}) = m_{\text{теор}}(\text{Cu}) \cdot W = 1,92 \cdot 10^7 \cdot 0,9 = 1,728 \cdot 10^7 \text{ г} = 17,28 \text{ т.}$$

Ответ:  $m(\text{Cu}) = 17,28 \text{ т.}$

## § 13. Коррозия металлов

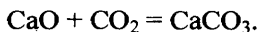
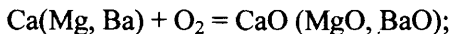
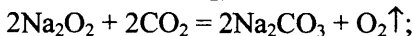
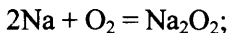
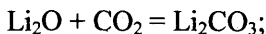
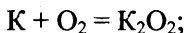
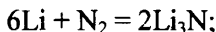
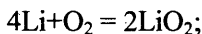
### Вопрос 1.

Уравнение реакции коррозии меди:



### Вопрос 2.

Щелочные и щелочноземельные металлы могут реагировать с  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ , входящими в состав воздуха.



### Вопрос 3.

Ингибиторы коррозии — вещества, которые вводят в рабочую среду, где находятся металлические детали для уменьшения агрессивности среды.

Прожекторы — мелаллы, более активные по своей химической природе, нежели тот, из которого выполнено защищаемое изделие.

Различия между этими способами защиты заключается в том, что в 1-м случае просто уменьшается скорость коррозии, а во 2-м — коррозированию подвергается другой материал.

#### Вопрос 4.

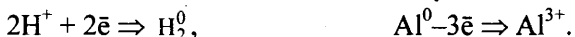
Изделие из луженого железа в случае нарушения защитной пленки будет более подвержено коррозии, т.е. этот процесс ускорится.

#### Вопрос 5.

В.В. Маяковский говорит об оцинкованном железе.

#### Вопрос 6.

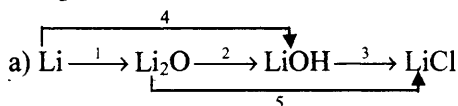
Думаю, всем хорошо известно, что такое гальванический элемент. Два соединенных между собой электрода опускают в раствор электролита, на одном электроде в результате ОВР происходит осаждение металла, на другом, наоборот, растворение. Также получилось и с кораблем: морская вода сыграла роль раствора электролита. Алюминиевый корпус и медные заклепки — роль электродов в результате металлический Al переходит в  $Al^{3+}$ , на медном корпусе выделяется водород.



Таким образом, металлический корпус на швах начал растворяться, и корабль утонул.

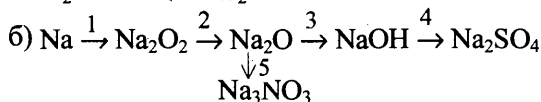
## § 14. Щелочные металлы

#### Вопрос 1.





1.  $4\text{Li} + \text{O}_2 = 2\text{Li}_2\text{O}$ ,
2.  $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH}$ ,
3.  $\text{LiOH} + \text{HCl} = \text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,
4.  $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH} + \text{H}_2\uparrow$ ,
5.  $\text{Li}_2\text{O} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + 2\text{LiCl}$ .



1.  $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$ ;
2.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na} = 2\text{Na}_2\text{O}$ ;
3.  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ ;
4.  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;
5.  $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;

## Вопрос 2.

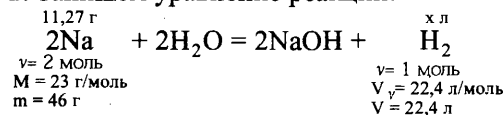
Дано:  $m(\text{Na}) = 11,5 \text{ г}$ ,  $\omega(\text{примеси}) = 2 \%$ ,  $W = 95 \%$

Найти:  $V(\text{H}_2)$

Решение: 1. Найдем массу чистого натрия:

$$M(\text{Na}) = m(\text{Na} + \text{примесь}) - m(\text{Na} + \text{примесь}) \cdot \omega(\text{примеси}) = \\ = 11,2\text{г} - 11,5\text{г} \cdot 0,02 = 11,5\text{г} - 0,23 \text{ г} = 11,27 \text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакции:



Составим пропорцию и найдем объем водорода, который теоретически должен был получиться в ходе реакции:

$$46 \text{ г} \text{ — } 22,4 \text{ л} \qquad 11,27 \text{ г} \text{ — } \text{х л}$$

$$x = \frac{11,27 \cdot 22,4}{46} = 5,488 \text{ л. } V_{\text{теор}}(\text{H}_2) = 5,488 \text{ л.}$$

Ответ:  $V_{\text{теор}}(\text{H}_2) = 5,488 \text{ л.}$

3. По условию задачи выход газа составляет 95 % от теоретически возможного. Поэтому практически было получено:

$$V_{\text{прак.}}(\text{H}_2) = V_{\text{теор.}}(\text{H}_2) \cdot W = 5,488 \cdot 0,95 = 5,2136 \text{ л.}$$

Ответ:  $V_{\text{прак.}}(\text{H}_2) = 5,21 \text{ л.}$

### Вопрос 3.

Семизэтажный дом — периодическая таблица; подъезд щелочных металлов — I группа элементов; вазелиновая «шуба» способ хранения лития под слоем вазелина. Также Наташа использовала художественный язык для описания и объяснения химических свойств Li (восстановительные свойства, реакция с кислородом).

### Вопрос 4.

Предоставляем вам возможность подумать над этим самим. Как тему для сочинения можно взять окраску пламени щелочных металлов.

### Вопрос 5.

Взрослый человек в сутки должен потреблять с пищей 3,5 г ионов калия. Составим пропорцию:

100 г кураги — 2,034 г калия

x г кураги — 3,5 г калия.

$$x = \frac{3,5 \cdot 100}{2,034} = 172 \text{ г.}$$

Ответ: m(кураги) = 172 г.

## § 15. Бериллий, магний и щелочноземельные металлы

### Вопрос 1.

Пусть масса человека x кг. Тогда масса его костей будет равна  $0,2 \cdot x$ , а масса фосфата кальция —  $0,2 \cdot 0,2 \cdot x = 0,04 \cdot x$  кг.

$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,04 \cdot x$ , где x — масса человека.

## Вопрос 2.

Гемофилия — заболевание, связанное с плохой свертываемостью крови. При кровотечениях вводят раствор  $\text{CaCl}_2$  для повышения концентрации катионов  $\text{Ca}^{2+}$  в крови, которые способствуют свертываемости крови.

## Вопрос 3.

Дано:  $m(\text{CaCO}_3) = 2\text{ т}$ ,  $\omega(\text{примеси}) = 25\%$ .

Найти:  $m(\text{Ca}(\text{OH})_2)$

Решение: 1. Найдем массу  $\text{CaCO}_3$  без примеси.

$$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{общ.}) \cdot (1 - \omega(\text{примеси})) = 2 \cdot 10^6 (1 - 0,25) = \\ = 2 \cdot 10^6 \cdot 0,75 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ г.}$$

2.  $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ г/моль}$ .

Составим пропорцию, по которой найдем количество гашеной извести, которое может быть получено:

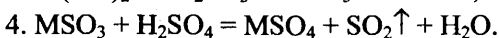
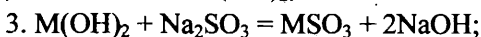
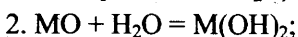
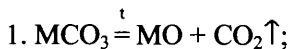
100 г/моль —  $1,5 \cdot 10^6 \text{ г}$

74 г/моль —  $x \text{ г}$

$$x = \frac{74 \cdot 1,5 \cdot 10^6}{100} = 1,11 \cdot 10^6 \text{ г} = 1,11 \text{ т.}$$

Ответ:  $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,11 \text{ т}$ .

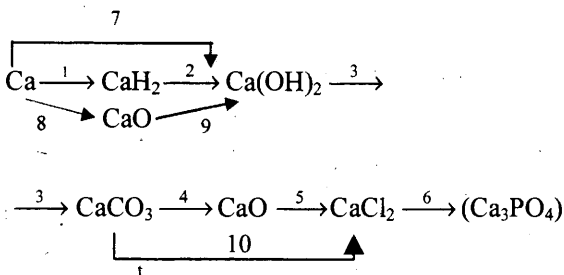
## Вопрос 4.



Могут быть использованы: Be, Mg.

Не могут быть использованы Ca, Ba.

### Вопрос 5.



1.  $\text{Ca} + \text{H}_2 = \text{CaH}_2$ ;
2.  $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2\uparrow$ ;
3.  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$ ;
4.  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ ;
5.  $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
6.  $3\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NaCl}$ ;
7.  $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\uparrow$ ;
8.  $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$ ;
9.  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ .
10.  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

### Вопрос 6.

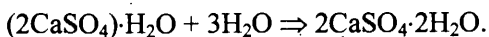
Предоставляем вам возможность подумать над этим самим.

Как тему для сочинения можем предложить «Превращение металлического Ca в мрамор».

### Вопрос 7.

Для гипсовых повязок используют алебастр. Он при добавлении воды превращается в пластическую массу, которую и используют для наложения повязки. Масса высыхает и превращается в твердый прочный гипс.

Полуводный гипс, или алебастр,  $(2\text{CaSO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$  при взаимодействии с водой образует двуводный гипс.

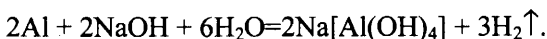


Эта реакция идет с выделением тепла.

## § 16. Алюминий

### Вопрос 1.

В алюминиевой посуде нельзя хранить щелочные растворы, т.к. происходит следующая химическая реакция:



Происходит растворение алюминия в щелочи.

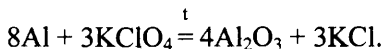
### Вопрос 2.

Скорее всего материалом для гиперboloида мог послужить  $\text{Al}_2\text{O}_3$  из-за его инертных свойств.

### Вопрос 3.

Бенгальские свечи содержат смесь, состоящую из алюминиевых опилок, окислителя —  $\text{KNO}_3$  или  $\text{KClO}_4$  и клея.

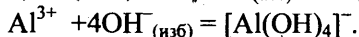
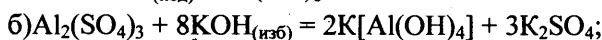
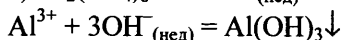
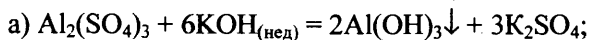
При поджигании появляется сноп искр. Идет окисление алюминия.



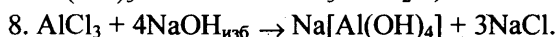
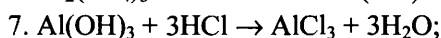
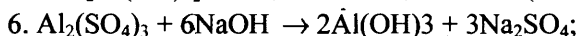
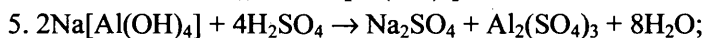
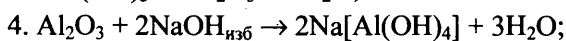
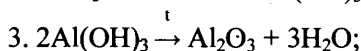
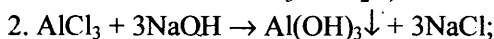
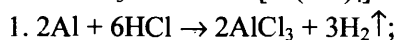
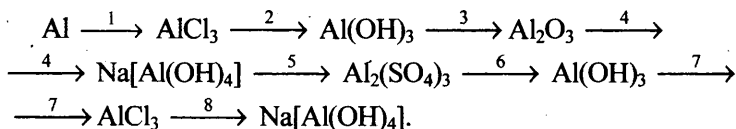
### Вопрос 4.

Применение алюминия в технике основано на следующих свойствах: легкость, пластичность, большая электропроводность и теплопроводность. С другими металлами алюминий образует прочные сплавы.

### Вопрос 5.



### Вопрос 6.



### Вопрос 7.

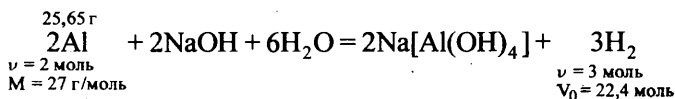
Дано:  $m(\text{сплава}) = 0,27 \text{ г}$ ,  $\omega(\text{Cu}) = 5 \%$ ,  $\eta = 85 \%$ .

Найти:  $V_{\text{прак.}}(\text{H}_2)$

Решение: 1. Найдем массу алюминия в сплаве:

$$m(\text{Al}) = m(\text{сплава}) - m(\text{сплава}) \cdot \omega(\text{Cu}) = 0,27 - 0,27 \cdot 0,05 = 25,65 \text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакции и найдем объем водорода, который теоретически должен был получиться:



$$2 \cdot 27 \text{ г} — 3 \cdot 22,4 \text{ л}$$

$$25,65 \text{ г} — x \text{ л}$$

$$x = \frac{25,65 \cdot 3 \cdot 22,4}{2 \cdot 27} = 31,92 \text{ л} = 0,2688 \text{ л};$$

3. Найдем объем водорода, который получился практически

$$V_{\text{практ}}(\text{H}_2) = V_{\text{теор}}(\text{H}_2) \cdot \eta = 31,92 \cdot 0,85 = 27,132 \text{ л}.$$

Ответ:  $V_{\text{практ}}(\text{H}_2) = 27,132 \text{ л}.$

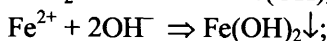
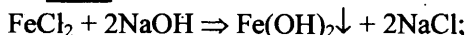
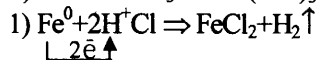
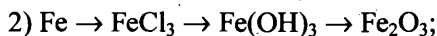
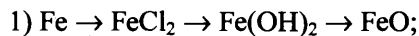
### Вопрос 8.

Предоставляем вам свободу для творчества. Предлагаем в качестве темы для сочинения: «Алюмотермия, или борьба алюминия с другими металлами».

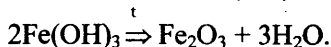
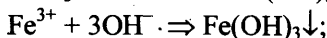
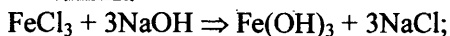
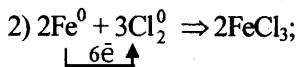
## § 17. Железо

### Вопрос 1.

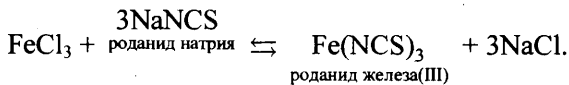
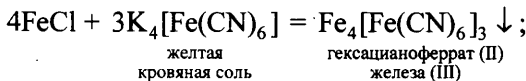
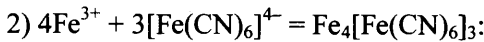
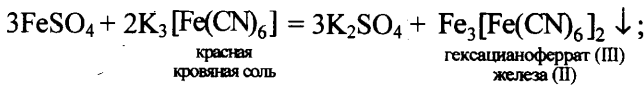
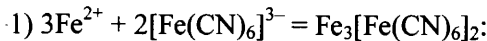
Запишем сначала схему генетических рядов.



Реакцию разложения нужно проводить в отсутствии окислителей.

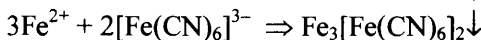
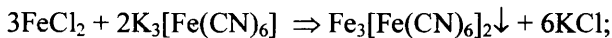


## Вопрос 2.



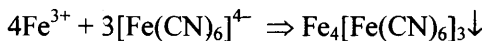
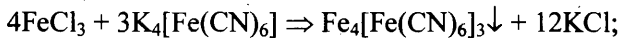
## Вопрос 3.

1) Качественная реакция на  $\text{Fe}^{2+}$ :



$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — красная кровяная соль;  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  — турнбуллева синь.

2) Качественная реакция на  $\text{Fe}^{3+}$ :



$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  — желтая кровяная соль;  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  — берлинская лазурь.

3) Название кровяных солей происходит от метода их получения. Раньше их получали из отходов на мясобоине, т.е.

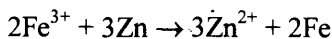
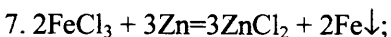
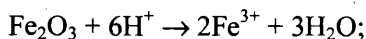
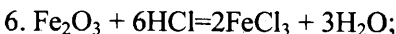
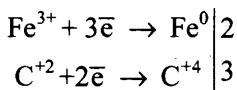
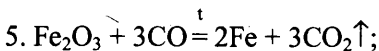
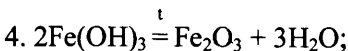
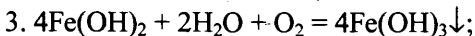
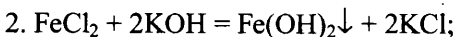
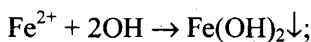
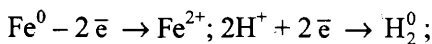
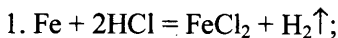
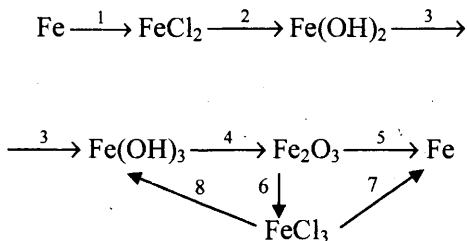


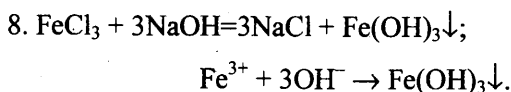
изготавливали из крови. «Желтая» и «красная» — из-за различных оттенков растворов солей.

Турнбуллева соль получила свое название в честь ученого Турнбуля, который ее впервые синтезировал.

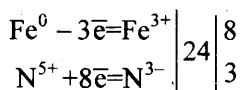
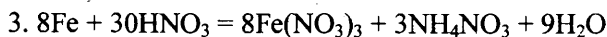
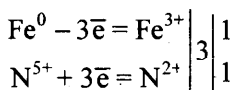
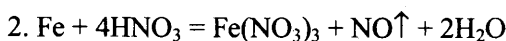
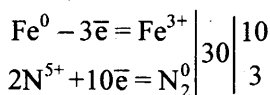
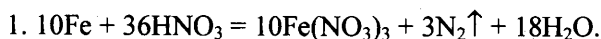
Берлинская лазурь названа в честь города Берлин.

#### Вопрос 4.





### Вопрос 5.



### Вопрос 6.

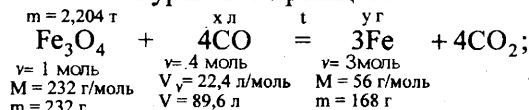
Дано:  $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 2,32 \text{ т}$ ;  $\omega(\text{примеси}) = 5 \%$ ,  $W = 80 \%$ .

Найти:  $v(\text{Fe})$ ,  $V(\text{CO})$

Решение: 1. Найдем массу породы без примеси:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{пр}) - m(\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{пр}) \cdot \omega(\text{пр}) = 2,32 - 2,32 \cdot 0,05 = 2,204 \text{ т};$$

2. Запишем уравнение реакции:



Найдем  $V(\text{CO})$  и  $m(\text{Fe})$ :

$$232 \text{ г} \text{ — } 89,6 \text{ л} \quad 2,204 \cdot 10^6 \text{ г} \text{ — } \text{х л}$$

$$x = \frac{2,204 \cdot 10^6 \cdot 89,6}{232} = 851200 \text{ л. } V(\text{CO}) = 851200 \text{ л.}$$

$$232 \text{ г} — 168 \text{ г} \quad 2,204 \cdot 10^6 — y \text{ г}$$

$$y = \frac{168 \cdot 2,204 \cdot 10^6}{232} = 1,596 \cdot 10^6 \text{ г.}$$

3. Найдем массу железа, получившегося на практике:

$$m(\text{Fe}) = y \cdot W = 1,596 \cdot 10^6 \cdot 0,8 = 1,2768 \cdot 10^6 \text{ г};$$

$$v(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{1,2768 \cdot 10^6 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 22800 \text{ моль.}$$

Ответ:  $v(\text{Fe}) = 2,28 \cdot 10^4$  моль;  $V(\text{CO}) = 8,5 \cdot 10^5$  л.

### Вопрос 7.

Предоставляем вам свободу для творчества.

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ. НЕМЕТАЛЛЫ

### § 18. Неметаллы: атомы и простые вещества.

#### Кислород, озон, воздух

#### Вопрос 1.

$$\text{а) } D_{\text{возд}}(\text{O}_2) = \frac{M_r(\text{O}_2)}{M_r(\text{возд})} = \frac{32}{29} \approx 1,1;$$

$$\text{б) } D_{\text{возд}}(\text{CO}_2) = \frac{M_r(\text{CO}_2)}{M_r(\text{возд})} = \frac{44}{29} \approx 1,52;$$

$$\text{в) } D_{\text{возд}}(\text{H}_2) = \frac{M_r(\text{H}_2)}{M_r(\text{возд})} = \frac{2}{29} \approx 0,069.$$

#### Вопрос 2.

Дано:  $V(\text{возд}) = 100$  л;  $\eta_{\text{возд}}(\text{N}_2) = 78,2\%$ ,  $\eta_{\text{возд}}(\text{O}_2) = 20,95\%$ .

Найти:  $v(\text{N}_2)$ ,  $v(\text{O}_2)$

Решение: 1. Найдем объем  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$ :  $V(\text{O}_2) = V(\text{возд}) \cdot \eta_{\text{возд}}(\text{O}_2) = 100 \text{ л} \cdot 0,2095 = 20,95 \text{ л}$ .  $V(\text{N}_2) = V(\text{возд}) \cdot \eta_{\text{возд}}(\text{N}_2) = 100 \text{ л} \cdot 0,782 = 78,2 \text{ л}$ .

2. Найдем число моль газов.

$$v(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_v} = \frac{20,95 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \approx 0,935 \text{ моль.}$$

$$v(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V_v} = \frac{78,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \approx 3,49 \text{ моль.}$$

Ответ:  $v(\text{O}_2) = 0,935$  моль;  $v(\text{N}_2) = 3,49$  моль.

#### Вопрос 3.

Дано:  $V(\text{возд}) = 22,4$  л

Найти:  $N(\text{O}_2)$ ,  $N(\text{N}_2)$

Решение: 1. Выразим объем каждого газа:

$$V(\text{O}_2) = V(\text{возд}) \cdot \eta_{\text{возд}}(\text{O}_2); \quad V(\text{N}_2) = V(\text{возд}) \cdot \eta_{\text{возд}}(\text{N}_2)$$

2. Найдем число моль газов.

$$v(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_v} = \frac{V(\text{возд}) \cdot \eta(\text{O}_2)}{V_v} = \frac{22,4 \text{ л} \cdot 0,2095}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2095 \text{ моль.}$$

$$v(\text{N}_2) = \frac{V(\text{возд}) \cdot \eta(\text{N}_2)}{V_v} = \frac{22,4 \text{ л} \cdot 0,782}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,782 \text{ моль.}$$

3. Найдем число молекул каждого газа:

$$N(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) \cdot N_A = 0,2095 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 1,26 \cdot 10^{23}.$$

$$N(\text{N}_2) = v(\text{N}_2) \cdot N_A = 0,782 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 4,7 \cdot 10^{23}.$$

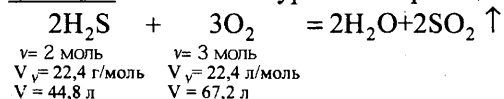
Ответ:  $N(\text{O}_2) = 1,26 \cdot 10^{23}$  молекул,  $N(\text{N}_2) = 4,7 \cdot 10^{23}$  молекул.

#### Вопрос 4.

Дано:  $V(\text{H}_2\text{S}) = 20 \text{ м}^3 = 20 \cdot 10^3 \text{ л};$

Найти:  $V(\text{возд}), m(\text{возд})$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции:



Найдем объем кислорода, необходимый для проведения реакции:

$$44,8 \text{ л} — 67,2 \text{ л} \quad 2 \cdot 10^4 \text{ л} — x \text{ л}$$

$$x = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 67,2}{44,8} = 3 \cdot 10^4 \text{ л.}$$

2. Найдем объем воздуха, необходимый для получения такого объема кислорода:

$$V(\text{возд}) = \frac{V(\text{O}_2)}{\eta_{\text{возд}}(\text{O}_2)} = \frac{3 \cdot 10^4 \text{ л}}{0,2095} = 1,43 \cdot 10^5 \text{ л} = 143 \text{ м}^3.$$

$$m(\text{возд}) = M_r(\text{возд}) \cdot v(\text{возд}) = M_r(\text{возд}) \cdot \frac{V(\text{возд})}{V_v} =$$

$$= 29 \text{ л/моль} \cdot \frac{1,43 \cdot 10^5 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,85 \cdot 10^5 \text{ г} = 185 \text{ кг};$$

Ответ:  $V(\text{возд}) = 143 \text{ м}^3$ ,  $m(\text{возд}) = 185 \text{ кг}.$

### Вопрос 5.

Трудно представить нашу жизнь без кислорода. Он служит, прежде всего, для дыхания. Растворенный в воде кислород служит для дыхания обитателей водной среды. Под действием кислорода воздуха и бактерий происходит окисление органических остатков.

В промышленности кислород применяется в металлургии (при выплавке металлов), как окислитель во многих химических производствах, для сварки и резки металлов, в медицинских целях.

Жидкий кислород — окислитель для ракетных топлив, охладитель.

### Вопрос 6.

Озоновые дыры появляются из-за выбросов в атмосферу хладагентов (фреонов), оксидов азота, которые образуются во многих промышленных процессах.

Для предупреждения озоновых дыр необходимо очищать выбросы промышленных предприятий и прекратить использование фреонов.

Озоновые дыры — утоньшение или разрушение озонового слоя атмосферы.

## § 19. Водород

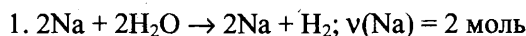
### Вопрос 1.

1.  $\text{H}_2\text{O}$  — соответствует изотопу  ${}^1_1\text{H}$
2.  $\text{D}_2\text{O}$  — соответствует изотопу  ${}^2_1\text{H}$
3.  $\text{T}_2\text{O}$  — соответствует изотопу  ${}^3_1\text{H}$

Содержание водорода наименьшее в той молекуле, которая содержит наиболее легкий изотоп —  ${}^1_1\text{H}$ .

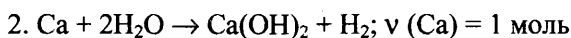
$$\omega_{\text{H}_2\text{O}}(\text{H}) = \frac{2 \cdot 1}{2 \cdot 1 + 1 \cdot 16} = 0,111 \text{ или } 11,1 \%$$

### Вопрос 2.



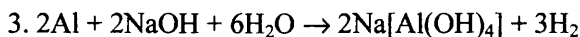
$\nu(\text{H}_2) = 1$  моль,  $V(\text{H}_2) = 22,4$  л/моль;

$$\nu_{\text{уд}} = \frac{22,4}{2} = 11,2 \text{ л / моль Met.}$$



$\nu(\text{H}_2) = 1$  моль,  $V(\text{H}_2) = 22,4$  л / моль;

$$\nu_{\text{уд}} = \frac{22,4}{1} = 22,4 \text{ л / моль Met}$$



$\nu(\text{Al}) = 2$  моль;  $\nu(\text{H}_2) = 3$  моль,

$V(\text{H}_2) = 67,2$  л / моль

$$\nu_{\text{уд}} = \frac{67,2}{2} = 33,6 \text{ л / моль Met.}$$

Наибольший выход водорода при использовании алюминия.

### Вопрос 3.

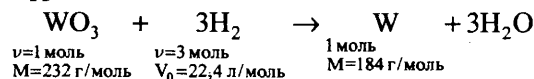
Дано:  $m(\text{образца}) = 928$  кг,  $\omega(\text{примесей}) = 25 \%$

Найти:  $V(\text{H}_2)$ ,  $\nu(\text{W})$

Решение: 1. Найдем массу оксида вольфрама:

$$M(\text{WO}_3) = m(\text{образца}) - m(\text{образца}) \cdot \omega(\text{примесей}) = 928 - 928 \cdot 0,25 = 696 \text{ кг}$$

2. Запишем уравнение реакции и составив пропорции, найдем объем необходимого водорода и количество вещества вольфрама:



$\nu=1$  моль  
M=232 г/моль

$\nu=3$  моль  
 $V_0=22,4$  л/моль

1 моль  
M=184 г/моль

232 г — 3 · 22,4 л

696 кг — x M<sup>3</sup>

$$x = \frac{696 \cdot 3 \cdot 22,4}{232} = 201,6 \text{ M}^3$$

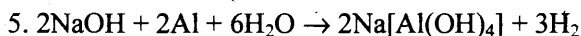
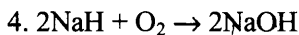
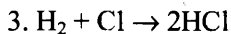
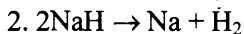
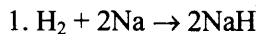
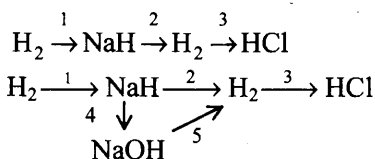
232 г — 1 моль

696 кг — y моль

$$y = \frac{696 \cdot 1}{232} = 3 \text{ моль}$$

Ответ: V(H<sub>2</sub>) = 201,6 M<sup>3</sup>      v(W) = 3 кмоль

#### Вопрос 4.

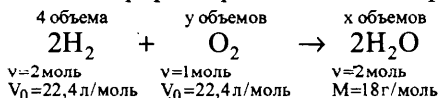


#### Вопрос 5.

Дано: V(H<sub>2</sub>) = 4 объема, V(O<sub>2</sub>) = 3 объема

Найти: m(H<sub>2</sub>O), V<sub>ост</sub>(O<sub>2</sub>)

Решение: Запишем уравнение реакции и найдем массу воды и объем прореагировавшего кислорода



Для удобства расчетов примем

1 объем = 1 л.

2 · 22,4 л — 22,4 л



4 л — у л

$$y = \frac{4 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 2 \text{ л}$$

2 · 22,4 л — 2 · 18 г

4 л — х г

$$x = \frac{4 \cdot 2 \cdot 18}{2 \cdot 22,4} = 3,21 \text{ г}$$

2. Рассчитаем объем оставшегося кислорода, не вступившего в реакцию.

$$V_{\text{ост}}(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) - V_{\text{реак}}(\text{O}_2) = 3 - 2 = 1 \text{ л}$$

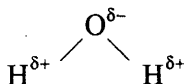
$$\text{Ответ: } m(\text{H}_2\text{O}) = 3,21 \text{ г} \quad V(\text{O}_2) = 1 \text{ л}$$

## § 20. Вода

### Вопрос 1.

Молекула воды имеет угловое строение, входящие в ее состав атомы образуют равнобедренный треугольник.

Связи О—Н являются ковалентными (кислород более электроотрицателен, чем водород).



В целом молекула воды является полярной.

Существуют другие типы связей между атомами: ковалентная неполярная, ионная, металлическая, водородная.

### Вопрос 2.

Химическая связь между атомами водорода одной молекулы и атомами наиболее электроотрицательных элементов, имеющих неподеленные электронные пары другой молекулы, называется водородной. Благодаря ей вода имеет повышенные температуры плавления и кипения.

### Вопрос 3.

К аномалиям физических свойств воды относят:

1. Высокие значения ее температуры плавления и кипения.
2. Высокие значения теплоты плавления и теплоты парообразования.
3. Высокая удельная теплоемкость.
4. Высокое поверхностное натяжение.
5. Расширение при замерзании.
6. Зависимость вязкости от температуры и давления.

### Вопрос 4.

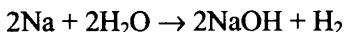
Вода — главный растворитель как в живой, так и неживой природе. По отношению к ней все вещества делятся на 2 типа: гидрофильные и гидрофобные.

### Вопрос 5.

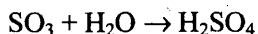
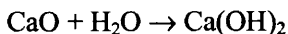
1. Гидрофильные — хорошо растворяются в воде (соли, спирты, кислоты).
2. Гидрофобные — плохо растворяются в воде (жиры, пластмассы, высшие кислоты, сложные эфиры).

### Вопрос 6.

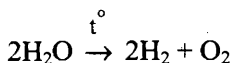
1. Взаимодействие с щелочными и щелочноземельными металлами



2. Взаимодействие с основными и кислотными оксидами



### 3. Разложение



### 4. Гидролиз



### Вопрос 7.

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{160}{250} \cdot 80 = 51,2 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m \text{ p-ра}} \cdot 100\%$$

$$m \text{ p-ра} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 80 + 80 = 160 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{51,2}{160} \cdot 100\% = 32\%$$

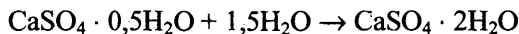
Ответ: 32%  $\text{CuSO}_4$ .

### Вопрос 8.

Алебастр  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .

Гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Запишем условное уравнение реакции:



$$v(\text{алеб}) = \frac{m \text{ алеб.}}{M \text{ алеб.}} = \frac{290}{145} = 2 \text{ моль}$$

$$v(\text{гипс}) = 2 \text{ моль}$$

$$m(\text{гипс}) = v(\text{гипс}) \cdot M(\text{гипс}) = 2 \cdot 172 = 344 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 1,5 v(\text{алеб}) = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 3 \cdot 18 = 54 \text{ г}$$

Ответ:  $m(\text{H}_2\text{O}) = 54 \text{ г}$        $m(\text{гипс}) = 344 \text{ г}$

## § 21. Вода в жизни человека

### Вопрос 1.

Вода совершает в природе два круговорота: большой и малый.

Большой круг: из открытых водоемов вода испаряется в атмосферу, конденсируется в облака и дождем выпадает на землю, а затем реками выносится обратно в моря и океаны.

Малый круг: растение всасывает воду из земли, с растительной пищей она (вода) попадает в тело животных и человека, откуда снова с дыханием и выделениями возвращается в воздух и землю.

### Вопрос 2.

Вода составляет основную среду всякого живого организма. Благодаря круговороту воды в природе животные, растения и человек могут обитать на суше. Вода связывает живую и неживую природу в единое целое.

### Вопрос 3.

Для самостоятельной работы учеников.

### Вопрос 4.

Водоочистка проводится в несколько этапов:

1. Механический — предварительная очистка. Здесь проводится задержание нерастворимых примесей.
2. Биологический — переработка органических загрязнителей микроорганизмами.
3. Физико-химический — осаждение растворенных примесей.
4. Дезинфекция сточных вод — хлорирование или озонирование воды и целью обеззараживания.

### **Вопрос 5.**

Аэрация воды — процесс обогащения воды кислородом воздуха, который проводится в сооружениях биологической очистки сточных вод и обеспечивает жизнедеятельность микроорганизмов.

### **Вопрос 6.**

Вопрос для самостоятельного ответа учеников.

### **Вопрос 7.**

Дистиллятор — специальный аппарат для получения дистиллированной воды методом перегонки — разделение жидких смесей основанное на различии при кипении составов жидкости и образующегося из него пара.

При кипячении раствора из него в первую очередь испаряется вода, а оставшийся раствор по ходу процесса становится все более и более концентрированным. Охлаждая пар, получаем чистую воду без примесей.

Дистиллированную воду используют для приготовления растворов в химии и медицине, промывки систем охлаждения автомобиля и т.д.

### **Вопрос 8.**

В утюги и автомобильные радиаторы (работают при высоких температурах) заливают дистиллированную воду, т.к. она не содержит минеральных солей и как следствие не образует накипи.

### **Вопрос 9.**

Дистиллированная вода непригодна для употребления внутрь, т.к. именно минеральные соли и микроэлементы, попадающие в организм человека с водой, необходимы для его жизнедеятельности.

## § 22. Галогены

### Вопрос 1.

Дано:  $V(\text{F}_2) = V(\text{Cl}_2) = 1 \text{ л}$ ;

Найти:  $m(\text{F}_2)$ ;  $m(\text{Cl}_2)$ ;  $D_{\text{возд}}(\text{F}_2)$ ;

$D_{\text{возд}}(\text{Cl}_2)$ ;  $D_{\text{H}_2}(\text{F}_2)$ ;  $D_{\text{H}_2}(\text{Cl}_2)$

Решение:

$$1. m(\text{F}_2) = \nu(\text{F}_2) \cdot M(\text{F}_2) = \frac{V(\text{F}_2)}{V_v} \cdot M(\text{F}_2) = \frac{1 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}}$$

$$= 38 \text{ г/моль} = 1,7 \text{ г.}$$

$$m(\text{Cl}_2) = \nu(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_v} \cdot M(\text{Cl}_2) = \frac{1 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}}$$

$$= 71 \text{ г/моль} = 3,17 \text{ г.}$$

$$2. D_{\text{возд}}(\text{F}_2) = \frac{M_r(\text{F}_2)}{M_r(\text{возд})} = \frac{38}{29} \approx 1,31;$$

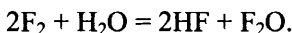
$$D_{\text{H}_2}(\text{F}_2) = \frac{M_r(\text{F}_2)}{M_r(\text{H}_2)} = \frac{38}{2} = 19;$$

$$D_{\text{возд}}(\text{Cl}_2) = \frac{M_r(\text{Cl}_2)}{M_r(\text{возд})} = \frac{71}{29} \approx 2,45;$$

$$D_{\text{H}_2}(\text{Cl}_2) = \frac{M_r(\text{Cl}_2)}{M_r(\text{H}_2)} = \frac{71}{2} = 35,5.$$

### Вопрос 2.

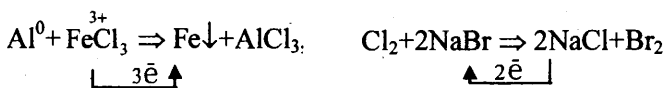
Фторная вода не существует, т.к. фтор реагирует с водой:



### Вопрос 3.

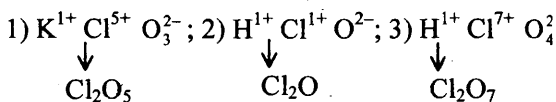
Щелочные металлы, прежде всего, будут реагировать с водой с выделением водорода, а не с растворенной солью.

Для сравнения возьмем реакции Al с раствором  $\text{FeCl}_3$  и хлорной воды с раствором  $\text{NaBr}$ .



И в том и в другом случае идет ОВР. Более активный элемент вытесняет менее активный из раствора соли.

#### Вопрос 4.



#### Вопрос 5.

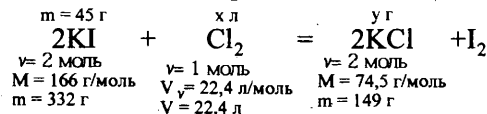
Дано:  $m(\text{p-ра KI}) = 300 \text{ г}$ ;  $\omega_{\text{в p-ре}}(\text{KI}) = 0,15$ ;

Найти:  $V(\text{Cl}_2)$ ,  $m(\text{KCl})$ ;

Решение: 1. Найдем массу сухой соли KI;

$$m(\text{KI}) = m(\text{p-ра KI}) \cdot \omega(\text{KI}) = 300 \text{ г} \cdot 0,15 = 45 \text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакции и найдем массу соли и объем необходимого хлора



$$45 \text{ г} — \text{х л}$$

$$332 \text{ г} — 22,4 \text{ л}$$

$$x = \frac{22,4 \cdot 45}{332} = 3.$$

$$V(\text{Cl}_2) = 3 \text{ л}.$$

$$45 \text{ г} — \text{у г}$$

$$332 \text{ г} — 149 \text{ г}$$

$$y = 20,2 \text{ г}.$$

$$m(\text{KCl}) = 20,2 \text{ г}$$

$$\nu(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{M(\text{KCl})} = \frac{20,2 \text{ г}}{74,5 \text{ г/МОЛЬ}} = 0,27 \text{ МОЛЬ}$$

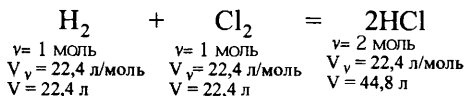
Ответ:  $V(\text{Cl}_2) = 3 \text{ л}$ ,  $m(\text{KCl}) = 20,2 \text{ г}$ .

### Вопрос 6.

Дано:  $V(\text{H}_2) = 200$  л;  $V(\text{Cl}_2) = 150$  л.

Найти:  $V(\text{HCl})$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции:



Найдем, какой газ взят в избытке.

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_v} = \frac{200}{22,4}, \quad \nu(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_v} = \frac{150}{22,4}$$

3. По уравнению реакции  $V(\text{H}_2):V(\text{Cl}_2) = 1:1$ , следовательно, водород в избытке  $\left(\frac{200}{22,4} > \frac{150}{22,4}\right)$ .

По уравнению реакции  $V(\text{HCl}) = 2 \cdot V(\text{Cl}_2) = 300$  л. Тогда осталось непрореагировавшего водорода:

$$V_{\text{ост}} = 200 \text{ л} - 150 \text{ л} = 50 \text{ л.}$$

Ответ:  $V(\text{HCl}) = 300$  л;  $V_{\text{ост}}(\text{H}_2) = 50$  л.

### Вопрос 7.

Это название фтор получил благодаря способности плавикового шпата понижать температуру плавления фторидов.

## § 23. Соединения галогенов

### Вопрос 1.

Электролитическая диссоциация увеличивается от  $\text{HF}$  к  $\text{HI}$ .

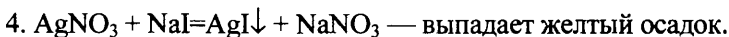
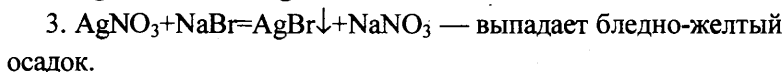
Самая сильная из галогеноводородных кислот — иодоводородная, а самая слабая — фтороводородная. Большая прочность химической связи  $\text{H}-\text{F}$  (фтороводородная кислота слабо диссоциирует в воде) обусловлена малым размером атома  $\text{F}$



и соответствующим малым расстоянием между ядрами атомов водорода и фтора. С ростом радиуса атома от F к I растет и межъядерное расстояние, прочность молекул уменьшается и соответствующая способность к электролитической диссоциации увеличивается.

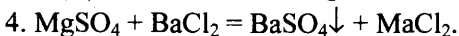
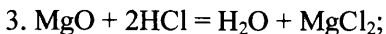
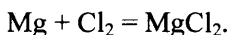
### Вопрос 2.

Возьмем в качестве реактива раствор нитрата серебра.

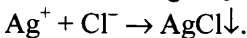
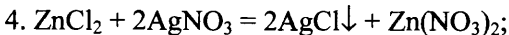
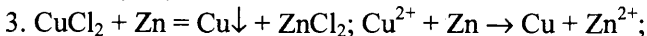
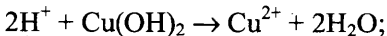
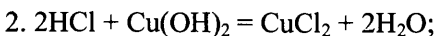
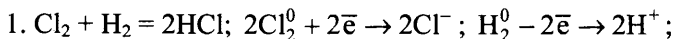
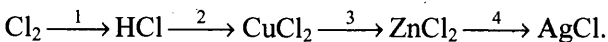


### Вопрос 3.

1. С помощью данной реакции можно получить безводный  $\text{MgCl}_2$



### Вопрос 4.



## § 24. Получение галогенов. Биологическое значение и применение галогенов и их соединений

### Вопрос 1.

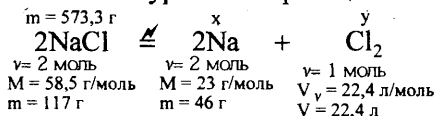
Дано:  $m(\text{NaCl} + \text{пр.}) = 585 \text{ г}$ ;  $\omega(\text{пр.}) = 2 \%$ ;

Найти:  $V(\text{Cl}_2)$ ;  $m(\text{Na})$

Решение: 1. Найдем массу чистой соли:

$$M(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl} + \text{пр}) - m(\text{NaCl} + \text{пр}) \cdot \omega(\text{пр}) = 585 \text{ г} - 585 \text{ г} \cdot 0,02 = 573,3 \text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакций:



Найдем массу натрия и объем хлора:

$$573,3 \text{ г} - x \text{ г} \quad 117 \text{ г} - 46 \text{ г}$$

$$x = \frac{46 \cdot 573,3}{117} = 225,4 \text{ г}.$$

$$m(\text{Na}) = 225,4 \text{ г} \quad 573,3 \text{ г} - u \text{ л} \quad 117 \text{ г} - 22,4 \text{ л}$$

$$u = \frac{22,4 \cdot 573,3}{117} = 109,76 \text{ л}. \quad V(\text{Cl}_2) = 109,76 \text{ л}.$$

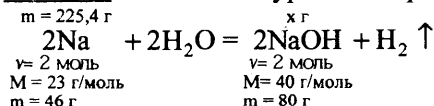
Ответ:  $m(\text{Na}) = 225,4 \text{ г}$ ,  $V(\text{Cl}_2) = 109,76 \text{ л}$ .

### Вопрос 2.

Дано:  $m(\text{Na}) = 225,4 \text{ г}$ ;  $\omega_{\text{в-р-е}}(\text{NaOH}) = 40 \%$ ;

Найти:  $m(\text{NaOH})$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции получения NaOH:



Найдем массу NaOH, получившегося в ходе реакции:

$$46 \text{ г} - 80 \text{ г} \quad 225,4 \text{ г} - x \text{ г}$$

$$x = \frac{225,4 \cdot 80}{46} = 392 \text{ г}; \quad m(\text{NaOH}) = 392 \text{ г}.$$

2. Найдем массу 40 %-го раствора гидроксида натрия:

$$m(\text{р-ра NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega_{\text{вр-р}}(\text{NaOH})} = \frac{392}{0,4} = 980 \text{ г};$$

Ответ:  $m(\text{р-ра NaOH}) = 980 \text{ г}$ .

### Вопрос 3.

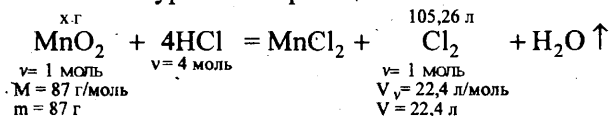
Дано:  $V(\text{Cl}_2) = 100 \text{ л}$ ;  $W = 95 \%$ ;

Найти:  $m(\text{MnO}_2)$ ;  $v(\text{HCl})$

Решение: 1. Найдем сколько хлора должно получаться теоретически, чтобы практически получилось 100 литров.

$$V_{\text{теор}}(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{W} = \frac{100 \text{ л}}{0,95} = 105,26 \text{ л}.$$

2. Запишем уравнение реакции



$$v(\text{HCl}) = 4 \cdot v(\text{Cl}_2) = 4 \cdot \frac{V(\text{Cl}_2)_{\text{теор}}}{V_v} = 4 \cdot \frac{105,26}{22,4} = 18,8 \text{ моль}.$$

Найдем массу  $\text{MnO}_2$ :

$$87 \text{ г} — 22,4 \text{ л} \qquad \qquad \text{х г} — 105,26 \text{ л}$$

$$x = 408,82 \text{ г}.$$

Ответ:  $V(\text{HCl}) = 18,8 \text{ моль}$ ,  $m(\text{MnO}_2) = 408,82 \text{ г}$ .

### Вопрос 4.

Предоставляем вам возможность самим подумать над этим вопросом.

### Вопрос 5.

F — помогает предотвращать такое заболевание, как кариес зубов. Cl — стимулирует обмен веществ, рост волос, придает бодрость и силу. Br — регулирует процессы возбуж-

дения и торможения центральной нервной системы, применяется для лечения нервных болезней. I — влияет на выработку гормона щитовидной железы, его недостаток приводит к такому заболеванию, как эндемический зоб. В то же время все галогены входят в состав ядовитых, отравляющих веществ. При избытке галогенов в организме развиваются различные болезни.<sup>1</sup>

### Вопрос 6.

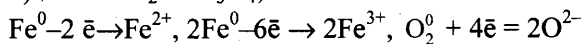
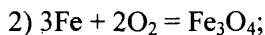
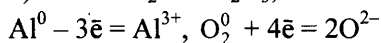
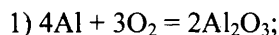
В роли убийцы выступает галоген — хлор — газ с едким запахом, бледно зеленого цвета, ядовит. Описывается применение в войне химического оружия.

### Вопрос 7.

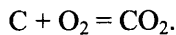
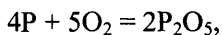
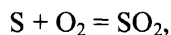
Предоставляем вам возможность пофантазировать самим.

## § 25. Кислород

### Вопрос 1.



### Вопрос 2.

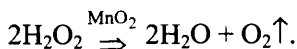


---

<sup>1</sup> Ответ взят из учебника на стр.87-90.

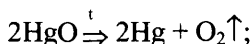
### Вопрос 3.

Катализаторами называются такие вещества, которые повышают скорость реакции, но сами при этом в реакцию не вступают. В присутствии катализатора —  $MnO_2$ , в лаборатории получают  $O_2$  путем разложения  $H_2O_2$ .



### Вопрос 4.

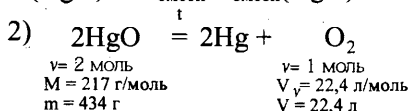
Реакция разложения  $HgO$ :



Задача: Пусть у нас есть 10 г загрязненного  $HgO$ . Известно, что содержание примесей составляет 5%. Выход реакции 80%. Рассчитайте объем кислорода, полученного при разложении оксида ртути.

Решение: 1) Найдем массу чистого  $HgO$ .

$$m(HgO) = m_{\text{смеси}} \cdot \omega_{\text{смеси}}(HgO) = 10 \cdot (1 - 0,05) = 9,5 \text{ г};$$



$$V(O_2)_{\text{теор.}} = \frac{9,5 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{434 \text{ г}} = 0,49 \text{ л};$$

$$3) \quad \frac{V(O_2)_{\text{практ.}}}{V(O_2)_{\text{теор.}}} = 0,8;$$

$$V(O_2)_{\text{практ.}} = V(O_2)_{\text{теор.}} \cdot 0,8 = 0,49 \text{ л} \cdot 0,8 = 0,392 \text{ л}.$$

Ответ: 0,392 л кислорода реально выделилось.

### Вопрос 5.

Реакции горения — реакции вещества с кислородом, протекающие с большой скоростью, с выделением большого количества тепла и сопровождающиеся воспламенением.

Дыхание — это процесс медленного окисления. Он заключается в следующем: кислород доставляется гемоглобином крови во все ткани и клетки организма, кислород окисляет углеводы, образуя при этом углекислый газ и воду и освобождая энергию, необходимую для организма.

Сходство заключается в том, что: оба процесса есть процессы окисления, в обоих случаях высвобождается энергия, в результате реакций образуются оксиды.

Различия заключаются в скоростях окисления, в количестве выделяемой энергии.

### Вопрос 6.

Фотосинтез — это процесс жизнедеятельности растения, в результате которого они поглощают  $\text{CO}_2$  и выделяют  $\text{O}_2$ .

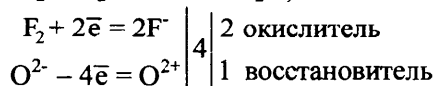
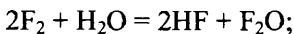
Дыхание — это процесс жизнедеятельности растения, животного и человека, в результате которого поглощается  $\text{O}_2$  и выделяется  $\text{CO}_2$ .

При фотосинтезе и дыхании в растениях происходят противоположные процессы.

### Вопрос 7.

Проявите свои творческие способности в написании сочинения.

### Вопрос 8.



## § 26. Сера

### Вопрос 1.

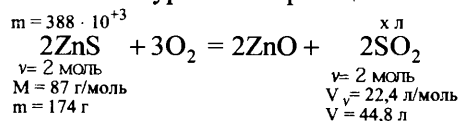
Дано:  $m(\text{ZnS} + \text{пр.}) = 485 \text{ кг}$ ,  $\omega(\text{примеси}) = 20 \%$ .

Найти:  $V(\text{SO}_2)$

Решение: 1. Найдем массу вещества без примеси:

$$m(\text{ZnS}) = m(\text{ZnS} + \text{пр}) - m(\text{ZnS} + \text{пр}) \cdot \omega(\text{пр}) = 485 \text{ кг} - 485 \text{ кг} \cdot 0,2 = 388 \text{ кг}.$$

2. Запишем уравнение реакции:

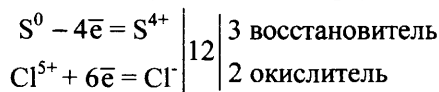
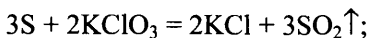


$$174 \text{ г} \text{ — } 44,8 \text{ л} \qquad 388 \cdot 10^3 \text{ г} \text{ — } x \text{ л}$$

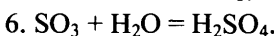
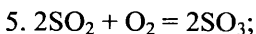
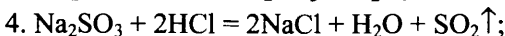
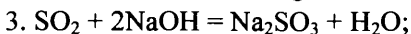
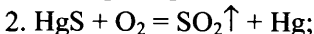
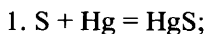
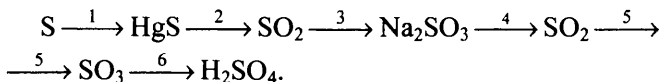
$$x = \frac{388 \cdot 10^3 \cdot 44,8}{174} \approx 100 \cdot 10^3 \text{ л} = 100 \text{ м}^3.$$

Ответ:  $V(\text{SO}_2) = 100 \text{ м}^3$ .

### Вопрос 2.



### Вопрос 3.



#### Вопрос 4.

Соединения, входящие в состав вулканических газов, обладают токсическими свойствами.

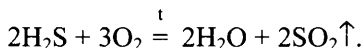
#### Вопрос 5.

Раньше ртуть называли меркурием, в честь планеты Меркурий. Приставка де означает отрицание. Тогда «демеркуризация» — это уничтожение ртути, т.е. обеззараживание.

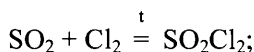
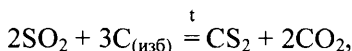
### § 27. Соединения серы

#### Вопрос 1.

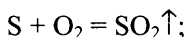
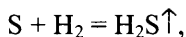
а) Сероводород проявляет только восстановительные свойства, т.к. сера в данном соединении имеет степень окисления  $-2$  (наименьшая из возможных).



б) оксид серы (IV) может проявлять свойства как окислителя, так и восстановителя, т.к. степень окисления серы в данном соединении  $+4$  является промежуточной.



в) сера также может проявлять окислительные и восстановительные способности, т.е. степень окисления серы  $0$  является промежуточной.



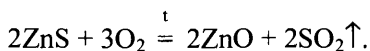
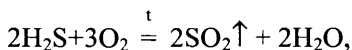


г) серная кислота проявляет окислительные свойства, т.к. степень окисления серы +6 является максимально возможной.

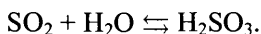


## Вопрос 2.

а) Сернистый газ получают при полном сжигании сероводорода и обжиге сульфидов.

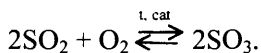


Сернистый газ ( $\text{SO}_2$ ) — бесцветный газ с характерным запахом, проявляет типичные свойства кислотных оксидов и хорошо растворяется в воде, образуя слабую сернистую кислоту.

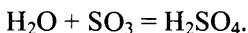


Соединения серы (IV):  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и  $\text{SO}_2$  используются для отбеливания шерсти, шелка, бумаги и соломы, а также в качестве консервирующих средств для сохранения свежих плодов и фруктов.

б) Оксид серы (VI) получают по следующей реакции



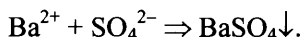
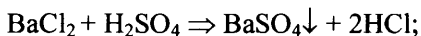
Оксид серы (VI) — бесцветная, сильно дымящаяся на воздухе жидкость, проявляет типичные кислотные свойства, растворяясь в воде, образует серную кислоту.



Серная кислота — один из важнейших продуктов, используемых в различных отраслях промышленности.

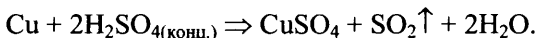
### Вопрос 3.

1) Разбавленная серная кислота выступает в качестве электролита в ионных реакциях. Например,



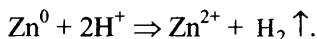
Серная кислота проявляет свойства окислителя. В ОВР  $\text{H}_2\text{SO}_4$  вступает только концентрированная.

2) Рассмотрим реакции  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с металлами Zn и Cu с позиции окислительно-восстановительных реакций.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})} \Rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ ,



И в том и в другом случае идет ОВР, но в первой реакции роль окислителя играют катионы  $\text{H}^+$ , а во второй — сера.

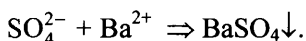
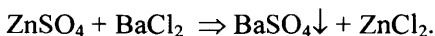
Запишем ионное уравнение для первой реакции.



Эту реакцию можно отнести к реакциям ионного обмена.

3) Теперь рассмотрим реакции ионного обмена с позиции теории электролитической диссоциации. Как вы знаете, реакция ионного обмена идет только в том случае, если в результате образуется слабо диссоциирующее вещество. Например,  $\text{ZnSO}_4 + \text{MgCl}_2 \rightleftharpoons \text{MgSO}_4 + \text{ZnCl}_2$ .

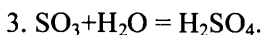
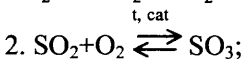
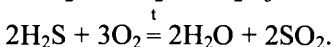
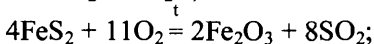
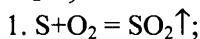
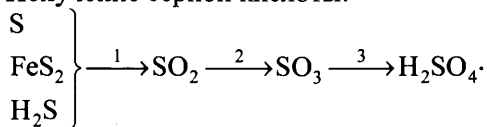
Реакция не идет, т.к. не образуются малодиссоциирующие вещества. В растворе находится смесь ионов.



Реакция протекает, т.к.  $\text{BaSO}_4$  — малорастворим.

#### Вопрос 4.

Получение серной кислоты:

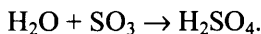


#### Вопрос 5.

Дано:  $V(\text{H}_2\text{O}) = 400$  мл;  $V(\text{SO}_3) = 11,2$  л;

Найти:  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)$

Решение: 1. Запишем уравнение получения серной кислоты.



Из уравнения видно, что для образования 1 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  нужно взять 1 моль  $\text{H}_2\text{O}$  и 1 моль  $\text{SO}_3$ . Найдем число моль  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{SO}_3$ .

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1 \cdot 400}{18} = 22,22 \text{ моль.}$$

$$v(\text{SO}_3) = \frac{V(\text{SO}_3)}{V_0} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль.}$$

Следовательно,  $\text{SO}_2$  находится в недостатке и получилось 0,5 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Тогда у нас осталось  $v(\text{H}_2\text{O})_{\text{ост}} = 22,22 - 0,5 = 21,72$  моль.

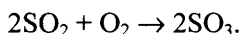
$$\begin{aligned} 2. \omega_{\text{в-р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{p} - \text{ра})} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{ост}}} = \\ &= \frac{v(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{v(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) + v_{\text{ост}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \end{aligned}$$

$$= \frac{0,5 \cdot 98}{0,5 \cdot 98 + 21,72 \cdot 18} = \frac{49}{439,96} = 0,111 = 11,1 \%$$

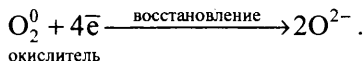
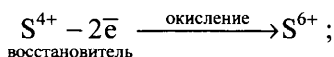
Ответ:  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 11,1 \%$ .

### Вопрос 6.

Запишем реакцию синтеза  $\text{SO}_3$ :



Прежде всего, эта реакция окислительно-восстановительная.



Также реакция синтеза  $\text{SO}_3$  является обратной реакцией, т.е. она идет одновременно в обе стороны. Реакция начинается только при относительно высоких температурах  $420\text{-}650^\circ\text{C}$  и протекает в присутствии катализатора (платины, оксидов ванадия, железа и т.д.).

Для смещения равновесия вправо, надо вспомнить принцип Ле Шателье для газов: при высоком давлении реакция идет в ту сторону, где общий объем газов меньше.

В нашем случае слева количество газов 3 моль, справа — 2 моль, т.е. при увеличении давления реакция будет смещаться в сторону образования  $\text{SO}_3$ .

### Вопрос 7.

Дано:  $V(\text{H}_2\text{O}) = 5000$  мл;  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 500$  г.

Найти:  $\omega_{\text{в р-ре}}(\text{CuSO}_4)$

Решение: 1.  $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 5000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/моль} = 5000 \text{ г}$ .

2. Найдем массу раствора соли:

$$m(\text{общ.}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 5000 + 500 = 5500 \text{ г}.$$

3. Найдем массу сульфата меди безводного.

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot \omega_{\text{в CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}(\text{CuSO}_4) =$$

$$= m(\text{CuSO}_4) \cdot \frac{M_r(\text{CuSO}_4)}{M_r(\text{CuSO}_4) + 5M_r(\text{H}_2\text{O})} = 500 \text{ г} \cdot \frac{160}{160 + 90} =$$

$$= 500 \text{ г} \cdot 0,64 = 320 \text{ г}.$$

4. Тогда массовая доля  $\text{CuSO}_4$  в растворе:

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{общ})} = \frac{320}{5500 \text{ г}} \approx 0,058 = 5,8 \%$$

Ответ:  $\omega(\text{CuSO}_4) = 5,8 \%$ .

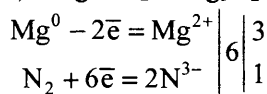
### Вопрос 8.

Внимательно рассмотрите схему применения серной кислоты (рис. 25) на стр. 103 и попытайтесь сами ответить на этот вопрос.

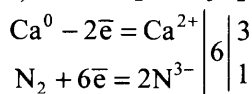
## § 28. Азот

### Вопрос 1.

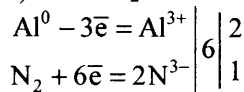
а)  $3\text{Mg} + \text{N}_2 = \text{Mg}_3\text{N}_2$  — нитрид магния.



б)  $3\text{Ca} + \text{N}_2 = \text{Ca}_3\text{N}_2$  — нитрид кальция.

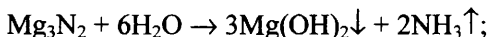


в)  $2\text{Al} + \text{N}_2 = 2\text{AlN}$  — нитрид алюминия

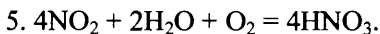
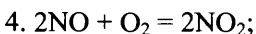
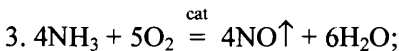
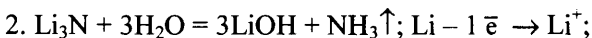
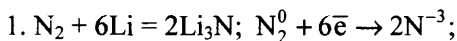
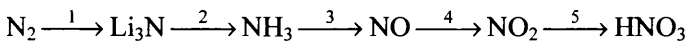


В продуктах реакций ионный тип химической связи и ионная кристаллическая решетка.

Нитриды металлов легко гидролизуются с выделением аммиака:



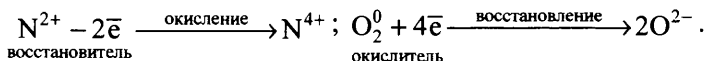
### Вопрос 2.



### Вопрос 3.

Рассмотрим следующую реакцию:  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 + \text{Q}$ .

Прежде всего, эта реакция окислительно-восстановительная.

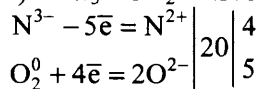
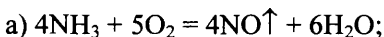


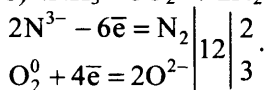
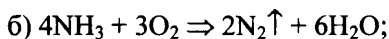
Также реакция синтеза  $\text{NO}_2$  является обратной реакцией, т.е. она идет одновременно в обе стороны. Т.к. в реакции участвуют газы, то мы можем применить принцип Ле-Шателье.

В нашей реакции количество моль газов слева больше, чем справа. Тогда при увеличении давления равновесие сместится вправо.

В прямой реакции выделяется тепло, следовательно, при уменьшении температуры равновесие сместится вправо.

### Вопрос 4.





### Вопрос 5.

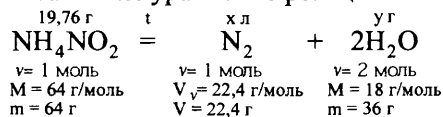
Дано:  $m(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 20\text{г}$ ;  $\omega(\text{примеси}) = 1,2\%$ .

Найти:  $V(\text{N}_2)$ ,  $v(\text{H}_2\text{O})$

Решение: 1. Найдем массу соли без примесей:

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_2) = m(\text{NH}_4\text{NO}_2 + \text{пр}) - m(\text{NH}_4\text{NO}_2) \cdot \omega_{\text{пр}} = 20\text{ г} - 20\text{ г} \cdot 0,012 = 19,76\text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакции



Найдем  $V(\text{N}_2)$  и  $m(\text{H}_2\text{O})$ :

$$\begin{array}{l} 64\text{ г} \text{ — } 22,4\text{ л} \qquad 19,76\text{ г} \text{ — } x\text{ л} \\ x = \frac{19,76 \cdot 22,4}{64} = 6,916\text{ л}; V(\text{N}_2) = 6,916\text{ л}. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 64\text{ г} \text{ — } 36\text{ г} \qquad 19,76\text{ г} \text{ — } y\text{ г} \\ y = \frac{19,76 \cdot 36}{64} = 11,115\text{ г}; \end{array}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 11,115\text{ г}.$$

$$\text{Тогда } v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{11,115\text{ г}}{18\text{ г/моль}} = 0,6175\text{ моль}.$$

Ответ:  $V(\text{N}_2) = 6,916\text{ л}$ ,  $v(\text{H}_2\text{O}) = 0,6175\text{ моль}$ .

## § 29. Аммиак

### Вопрос 1.

Электронное строение молекулы аммиака: 3 испаренных электрона атома азота участвуют в формировании 3-х ковалентных связей с 3-мя атомами водорода. Общие электронные

пары смещены в сторону более электроотрицательного атома азота. Пространственное строение: молекула аммиака имеет форму треугольной пирамиды.

## **Вопрос 2.**

Аммиак легко сжижается при обычном давлении и температуре  $-33,4^{\circ}\text{C}$ , а при испарении жидкого газа из окружающей среды поглощается много тепла, поэтому он применяется в холодильных установках.

Аммиак очень хорошо растворим в воде. 10 % раствор аммиака называется нашатырным спиртом и используется в медицине.<sup>1</sup>

## **Вопрос 3.**

Водородная связь — это химическая связь между атомами водорода и атомами сильно электроотрицательных элементов (фтор, кислород, азот). Водородная связь образуется обычно между двумя соседними молекулами. Например, она образуется между молекулами воды, спиртов, фтороводорода, аммиака.

Это очень слабая связь — примерно в 15–20 раз слабее ковалентной. Благодаря ей некоторые низкомолекулярные вещества образуют ассоциаты, что приводит к повышению температур плавления и кипения веществ.

Аномально высокие температуры плавления и кипения характерны для воды (если рассматривать водородные соединения VI группы). Все водородные соединения VI группы, кроме воды, являются газами.

Очень важную роль играет водородная связь в молекулах важнейших для живых существ соединений — белков и нуклеиновых кислот.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Для ответа использовался учебник (стр. 113).

<sup>2</sup> Для ответа использовался учебник (стр. 112–114).



#### Вопрос 4.

Водородные связи образуются между молекулами воды спиртов, кислот, галогенводородов, при этом аномально увеличиваются температуры плавления и кипения.

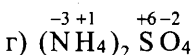
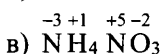
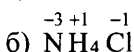
#### Вопрос 5.

Катлон алюминия образуется в результате взаимодействия свободной (неподеленной / электронной пары атома азота молекулы аммиака с катионом водорода, переходящего к аммиаку от молекулы кислот или воды. Механизм образования ковалентной связи, которая возникает не в результате обобществления неспаренных электронов, а благодаря свободной электронной паре, имеющейся у одного из атомов, называют донорно-акцепторным. Т.е. Донорно-акцепторный — это не особый вид связи, а лишь особый механизм образования ковалентной связи.

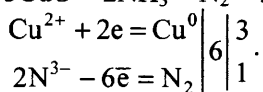
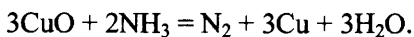
#### Вопрос 6.

При добавлении фелолфталеина к раствору аммиака, раствор окрасится в малиновый цвет, т.к. раствор аммиака имеет щелочную среду, так он, например, реагирует с кислотами:  
 $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ .

#### Вопрос 7.



### Вопрос 8.

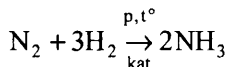


### Вопрос 9.

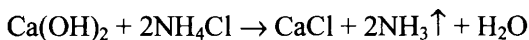
Аммиак проявляет только восстановительные свойства, т.к. азот находится в самой низкой степени окисления и не может больше принимать электроны.

### Вопрос 10.

а) В промышленности аммиак получают синтезом из азота и водорода

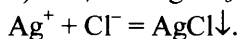
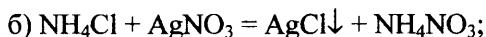
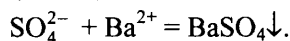
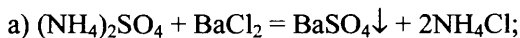


б) В лаборатории аммиак получают действием газовой извести на соли алюминия

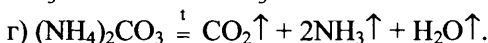
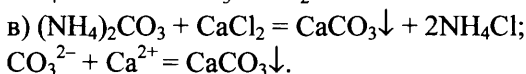
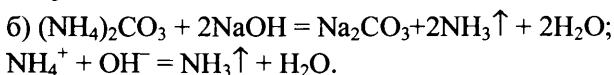
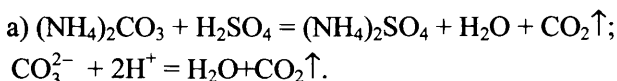


## § 30. Соли аммония

### Вопрос 1.

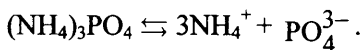


## Вопрос 2.

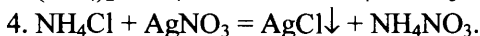
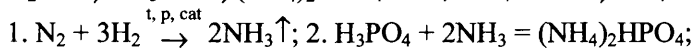


## Вопрос 3.

$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  — фосфат аммония;  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  — гидрофосфат аммония;  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  — дигидрофосфат аммония.



## Вопрос 4.



## Вопрос 5.

Дано:  $m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 250$  кг.

Найти:  $V(\text{NH}_3)$ ,  $m(\text{NH}_3)$

Решение: 1. Найдем массовую долю аммиака в сульфате аммония.

$$\omega_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4}(\text{NH}_3) = \frac{2M(\text{NH}_3)}{M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{2 \cdot 17 \text{ г / моль}}{132 \text{ г / моль}} = 0,2576 =$$
$$= 25,76 \%$$

2. Найдем массу аммиака, необходимого для получения 250 кг  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ :

$$m(\text{NH}_3) = m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{NH}_3) = 250 \text{ кг} \cdot 0,2576 = 64,4 \text{ кг}.$$

3. Найдем объем аммиака:

$$V(\text{NH}_3) = \nu(\text{NH}_3) \cdot V_v = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} \cdot V_v = \frac{64,4 \cdot 10^3 \text{ г}}{17 \text{ г/моль}} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 84856,5 \text{ л} = 85 \text{ м}^3.$$

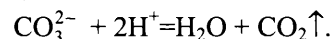
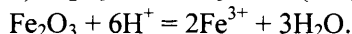
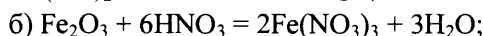
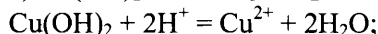
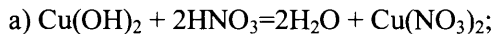
Ответ:  $m(\text{NH}_3) = 64,4 \text{ кг}$ ;  $V(\text{NH}_3) = 85 \text{ м}^3$ .

## § 31. Кислородные соединения азота

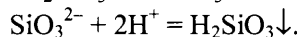
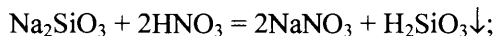
### Вопрос 1.

Азотная кислота не образует кислых солей, т.к. она одноосновная и имеет всего один атом водорода, который и отдает при образовании соли.

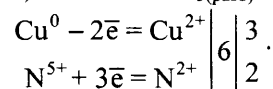
### Вопрос 2.

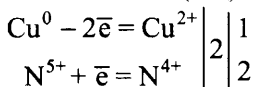
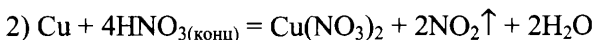


### Вопрос 3.

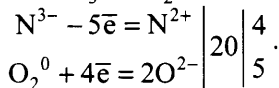
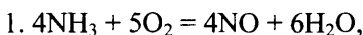
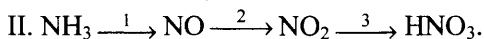
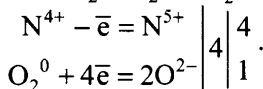
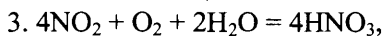
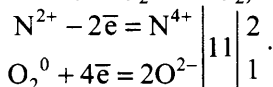
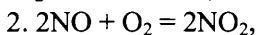
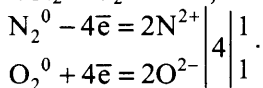
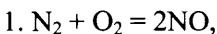
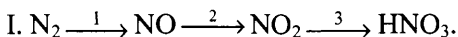


### Вопрос 4.





### Вопрос 5.



Уравнения 2 и 3 смотри выше.

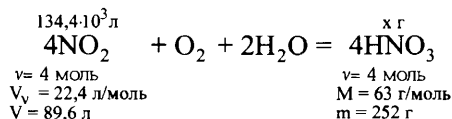
### Вопрос 6.

Дано:  $V(\text{NO}_2) = 134,4 \text{ м}^3$ ;  $\omega(\text{HNO}_3) = 68 \%$ .

Найти:  $m(\text{HNO}_3)$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции получения азот-

ной кислоты:



$v = 4 \text{ моль}$   
 $V_v = 22,4 \text{ л/моль}$   
 $V = 89,6 \text{ л}$

$v = 4 \text{ моль}$   
 $M = 63 \text{ г/моль}$   
 $m = 252 \text{ г}$

89,6 л — 252

$$134,4 \cdot 10^3 \text{ л} \text{ — } x \text{ г}$$

$$x = \frac{252 \text{ г} \cdot 134,4 \cdot 10^3 \text{ л}}{89,6 \text{ л}} = 378 \text{ кг.}$$

2. Найдем массу раствора азотной кислоты.

$$m(\text{HNO}_3) = \frac{x}{\omega(\text{HNO}_3)} = \frac{379 \text{ кг}}{0,68} = 555,9 \text{ кг};$$

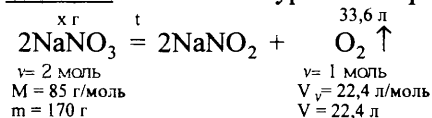
Ответ:  $m(\text{HNO}_3) = 555,9 \text{ кг.}$

### Вопрос 7.

Дано:  $m(\text{NaNO}_3) = 340 \text{ г}; V(\text{O}_2) = 33,6 \text{ л.}$

Найти:  $m(\text{примеси})$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции:



$$170 \text{ г} \text{ — } 22,4 \text{ л}$$

$$x \text{ г} \text{ — } 33,6 \text{ л}$$

$$x = \frac{33,6 \cdot 170}{22,4} = 255 \text{ г.}$$

$$m_{\text{чистая}}(\text{NaNO}_3) = 255 \text{ г.}$$

2. Найдем массу примеси:

$$m(\text{пр}) = m(\text{NaNO}_3) - m_{\text{чистая}}(\text{NaNO}_3) = 340 \text{ г} - 255 \text{ г} = 85 \text{ г.}$$

$$\omega_{\text{пр}} = \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{сел.}}} = \frac{85}{340} = 0,25 \text{ или } 25\%$$

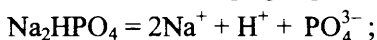
Ответ:  $\omega_{\text{пр}} = 25\%.$

## § 32. Фосфор и его соединения

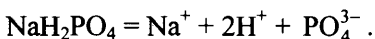
### Вопрос 1.

1.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  — фосфат натрия,  $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ ;

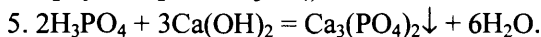
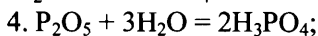
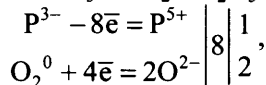
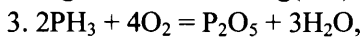
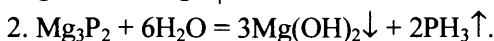
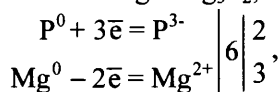
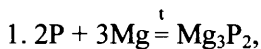
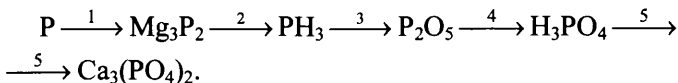
2.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  — гидрофосфат натрия,



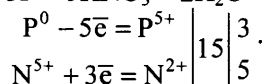
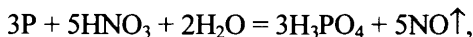
3.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  — дигидрофосфат натрия,



### Вопрос 2.



### Вопрос 3.



### Вопрос 4.

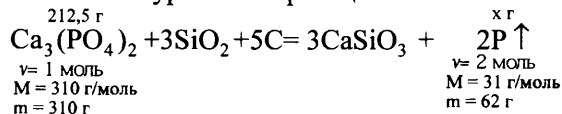
Дано:  $m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{пр}) = 250 \text{ г}$ ,  $\omega(\text{пр}) = 15 \%$ ,  $W = 80 \%$ .

Найти:  $m(\text{P})$

Решение. 1. Найдем массу соли без примеси:

$$m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{пр}) - m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{пр}) \cdot \omega(\text{пр}) = 250 \text{ г} - 250 \text{ г} \cdot 0,15 = 212,5 \text{ г}.$$

2. Запишем уравнение реакции:



310 г — 62 г                      212,5 г — x г

$$x = \frac{212,5 \cdot 62}{310} = 42,5 \text{ г.}$$

$$m(\text{P})_{\text{теор}} = 42,5 \text{ г.}$$

3. Найдем массу фосфора, которая получилась в ходе реакции:

$$m(\text{P})_{\text{практ}} = m(\text{P})_{\text{теор}} \cdot W = 42,5 \text{ г} \cdot 0,8 = 34 \text{ г.}$$

Ответ:  $m(\text{P})_{\text{практ}} = 34 \text{ г.}$

### Вопрос 5.

Дано:  $m(\text{P}) = 31 \text{ г}$ ,  $\omega(\text{пр}) = 5 \%$ ,

$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = 80 \%$ .

Найти:  $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4)$

Решение: 1. Найдем массу фосфора без примеси:

$$m(\text{P}) = m(\text{P} + \text{пр}) - m(\text{P} + \text{пр}) \cdot \omega(\text{пр}) = 31 \text{ г} - 31 \cdot 0,05 = 29,45 \text{ г.}$$

2. Из одного моль фосфора можно получить ровно один моль фосфорной кислоты.

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \nu(\text{P}) = \frac{m(\text{P})}{M(\text{P})} \Rightarrow \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{P})}{M(\text{P})} = \frac{29,45 \text{ г}}{31 \text{ г}} =$$

$= 0,95 \text{ моль.}$

3. Тогда  $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль} \cdot 0,95 \text{ моль} = 93,1 \text{ г.}$

4. Масса раствора фосфорной кислоты равна:

$$m(\text{р-ра H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\omega(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{93,1 \text{ г}}{0,8} = 116,4 \text{ г.}$$

Ответ:  $m(\text{р-ра H}_3\text{PO}_4) = 116,4 \text{ г.}$

### Вопрос 6.

Дано:  $m(\text{р-ра H}_3\text{PO}_4) = 980 \text{ г}$ ;

$\omega_1(\text{H}_3\text{PO}_4) = 5 \%$ ;  $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 152 \text{ г.}$

Найти:  $\omega_2(\text{H}_3\text{PO}_4)$

Решение: 1. Запишем уравнение реакции получения фосфорной кислоты:  $3\text{H}_2\text{O} + \text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ .



Из уравнения видно, что из 1 моль  $P_2O_5$  получается 2 моль  $H_3PO_4$ .

Найдем массу фосфорной кислоты, получившейся в ходе реакции.

$$v(H_3PO_4) = 2v(P_2O_5) = 2 \cdot \frac{m(P_2O_5)}{M(P_2O_5)} = 2 \cdot \frac{152\text{г}}{142\text{г/моль}} = 2,14 \text{ моль.}$$

$$m(H_3PO_4) = v(H_3PO_4) \cdot M(H_3PO_4) = 2,14 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 209,72 \text{ г.}$$

2. Найдем, сколько было фосфорной кислоты в растворе.

$$m(H_3PO_4) = m(p-pa) \cdot \omega_1(H_3PO_4) = 980 \cdot 0,05 = 49 \text{ г.}$$

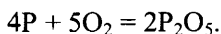
3. Найдем новую массовую долю кислоты в растворе:

$$\omega_2(H_3PO_4) = \frac{m(H_3PO_4)_{\text{общ.}}}{m(p-pa) + m(P_2O_5)} = \frac{209,72 + 49}{980 + 152} = 0,2286.$$

Ответ:  $\omega_2(H_3PO_4) = 22,86 \%$ .

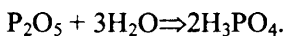
### Вопрос 7.

А.Конан-Дойл в своем произведении не учел химических свойств фосфора. Давайте подумаем вместе. Фосфор светится в темноте, следовательно, это белый фосфор, т.к. красный фосфор не светится вообще. Далее, белый фосфор очень ядовит, и использовать его столь необычным способом несколько раз, вероятно, было бы сложно. Кроме того, белый фосфор на воздухе легко окисляется, переходя при этом в степень окисления 5+



Как только процесс окисления заканчивается, собака перестает светиться.

Оксид фосфора (V) очень гигроскопичное вещество, т.е. оно притягивает к себе воду. Вспомним, что в отрывке говорилось о тумане, из которого выскочило «чудовище». Туман — это сконденсированные пары воды. Тогда, скорее всего, образовавшийся  $P_2O_5$  под действием влаги превратился в фосфорную кислоту.



Трудно представить себе, что собака, обмазанная ядовитым веществом и кислотой, может еще что-либо сделать.

## § 33. Углерод

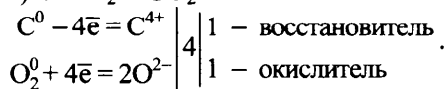
### Вопрос 1.

1) Алмаз — прозрачное кристаллическое вещество, самое твердое из всех природных веществ. Такая твердость обусловлена особой структурой его атомной кристаллической решетки. В ней каждый атом углерода окружен такими же атомами, расположенными в вершинах правильного тетраэдра.

Кристаллы алмаза обычно бесцветные, но бывают синего, голубого, красного и черного цветов. Они имеют очень сильный блеск благодаря высокой светопреломляющей и светоотражающей способности. Алмаз хорошо проводит тепло, обладает электроизоляционными свойствами.<sup>1</sup>

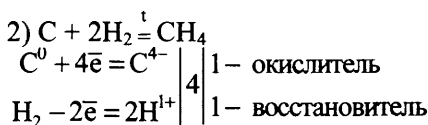
2) Графит — темно-серое, жирное на ощупь кристаллическое вещество с металлическим блеском. В отличие от алмаза графит мягкий и непрозрачный, хорошо проводит тепло и электрический ток. Мягкость графита обусловлена слоистой структурой (рис. 40 в учебнике). В кристаллической решетке графита атомы углерода, лежащие в одной плоскости, прочно связаны в правильные шестиугольники.<sup>2</sup>

### Вопрос 2.



<sup>1</sup> Ответ взят из учебника, стр. 127.

<sup>2</sup> Ответ взят из учебника, стр. 128.



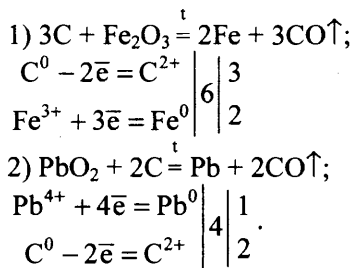
### Вопрос 3.

Карбон — это один из периодов палеозойской эры. В карбоне продолжают распространяться споровые растения, т.е. папоротники. Остатки погибших папоротников медленно окислялись под слоем земли в течение многих миллионов лет. В результате образовались огромные залежи каменного угля, который не что иное, как остатки древнейших растений.

### Вопрос 4.

Карболен — это разновидность активированного угля. Следовательно, он обладает хорошими адсорбирующими свойствами, и используется для поглощения различных запахов в холодильниках.

### Вопрос 5.



### Вопрос 6.

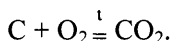
Дано:  $m(\text{C} + \text{пр}) = 8\text{г}$ ;  $V(\text{CO}_2) = 10,64\text{ л}$ ;  $W = 0,95\%$ .

Найти:  $\omega(\text{пр})$

Решение: 1. Найдем объем углекислого газа, который должен был получиться:

$$V(\text{CO}_2)_{\text{теор.}} = \frac{V(\text{CO}_2)}{W} = \frac{10,64\text{л}}{0,95} = 11,2 \text{ л.}$$

2. Запишем уравнение реакции:



Из уравнения реакции видно, что из одного моль угля получается ровно один моль углекислого газа. Значит,

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)_{\text{теор.}}}{V_v} = \frac{11,2\text{л}}{22,4\text{л / моль}} = 0,5 \text{ моль.}$$

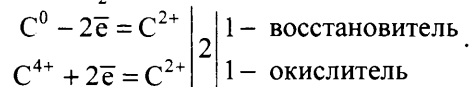
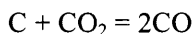
Тогда  $m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 6 \text{ г.}$

3.  $m(\text{пр}) = m(\text{C} + \text{пр}) - m(\text{C}) = 8 \text{ г} - 6 \text{ г} = 2 \text{ г.}$

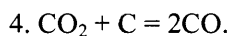
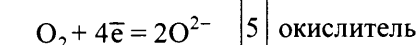
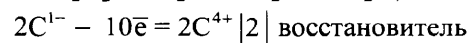
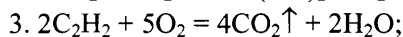
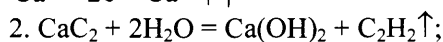
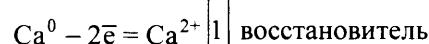
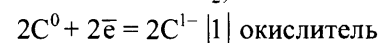
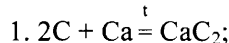
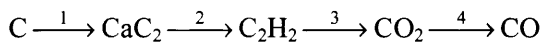
$$\text{Тогда } \omega(\text{пр}) = \frac{m(\text{пр})}{m(\text{C} + \text{пр})} = \frac{2\text{г}}{8\text{г}} = 0,25 = 25 \text{ \%}.$$

Ответ:  $\omega(\text{пр}) = 25 \text{ \%}.$

### Вопрос 7.

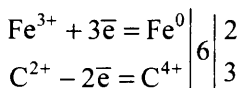
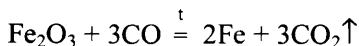


### Вопрос 8.



## § 34. Кислородные соединения углерода

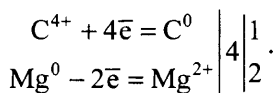
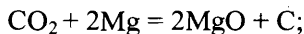
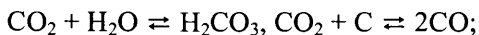
### Вопрос 1.



### Вопрос 2.

Несолеобразующие, или индифферентные оксиды, не реагирующие с водой — это, например, CO, NO, SiO (крайне неустойчивый).

### Вопрос 3.



### Вопрос 4.

При растворении углекислого газа в воде образуется слабая угольная кислота, поэтому лакмус имеет красную окраску.



При стоянии раствора угольная кислота разлагается и раствор снова становится нейтральным.

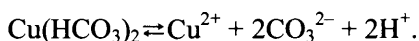
### Вопрос 5.

$\text{CuCO}_3$  — средняя соль — карбонат меди (II),

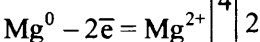
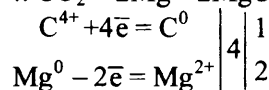
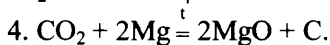
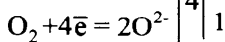
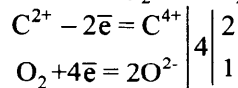
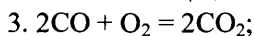
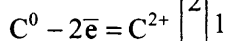
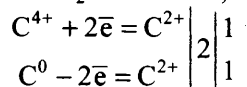
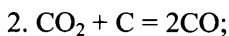
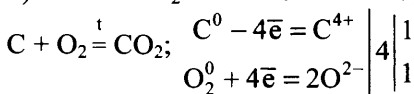
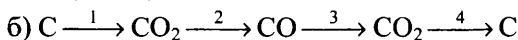
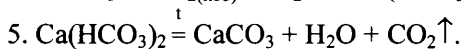
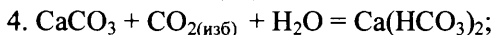
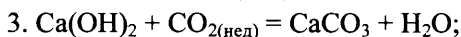
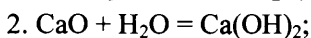
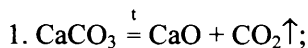
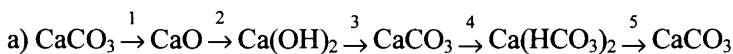
$\text{Cu}(\text{HCO}_3)_2$  — кислая соль — гидрокарбонат меди (III),

$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  — основная соль — гидроксокарбонат меди (II) (малахит).

Из перечисленных солей только  $\text{Cu}(\text{HCO}_3)_2$  является электролитом.



### Вопрос 6.



### Вопрос 7.

Дано:  $m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1060 \text{ г}$ ;  $\omega_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \%$ ;

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 14,3 \text{ г}$ .

Найти:  $\omega_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ,  $V(\text{CO}_2)$

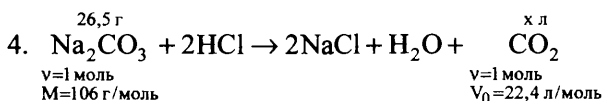
Решение: 1. Найдем массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в кристаллогидрате:

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \\ &= m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot \frac{Mr(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{Mr(\text{Na}_2\text{CO}_3) + 10Mr(\text{H}_2\text{O})} = \\ &= 14,3 \cdot \frac{106}{106 + 180} = 5,3 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Найдем массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в растворе:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{р-ра } \text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot \omega_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1060 \cdot 0,02 = 21,2 \text{ г}.$$

$$\begin{aligned} 3. \omega_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{общ.}}}{m_{\text{р-ра}} + m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \\ &= \frac{5,3 \text{ г} + 21,2 \text{ г}}{1060 \text{ г} + 14,3 \text{ г}} = 1074,3 = 0,025 = 2,5 \%. \end{aligned}$$



106 г — 22,4 л

26,5 г — х л

$$x = \frac{26,5 \cdot 22,4}{106} = 5,6 \text{ л}$$

Ответ:  $\omega_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2,5 \%$ .  $V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$

## § 35. Кремний и его соединения

### Вопрос 1.

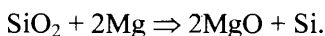
Диоксид кремния и углекислый газ являются кислотными оксидами. Однако, в отличие от  $\text{CO}_2$  оксид кремния (IV) имеет не молекулярную, а атомную кристаллическую решетку. По-

этому  $\text{SiO}_2$  является твердым и тугоплавким веществом, а  $\text{CO}_2$  является газом.

Углекислый газ взаимодействует с водой с образованием угольной кислоты:  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ , взаимодействует с щелочами:  $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , реагирует с основными оксидами:  $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$ , вступает в реакцию с металлическим магнием:  $\text{CO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{C}$ .

Оксид кремния (IV) не растворяется в воде, взаимодействует при высоких температурах со щелочами с образованием силикатов:

$\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \stackrel{1}{=} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , взаимодействует при сплавлении с основными оксидами:  $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \stackrel{1}{=} \text{CaSiO}_3$ , реагирует с магнием:



## Вопрос 2.

Углерод — это особый химический элемент. Он основа многообразия органических соединений, из которых построены все живые организмы на нашей планете.

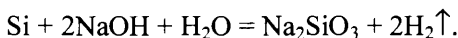
В природе кремний — второй по распространенности после кислорода химический элемент. Земная кора более чем на четверть состоит из его соединений. Поэтому углерод называют основным элементом живой природы, а кремний — основным элементом неживой природы.

## Вопрос 3.

Дано:  $m(\text{Si} + \text{p}) = 16 \text{ г}$ ;  $V(\text{H}_2) = 22,4 \text{ л}$ ;  $\omega(\text{NaOH}) = 60 \%$ .

Найти:  $\omega(\text{Si})$ ,  $m(\text{SiO}_2)$ ,  $m(\text{p-ра NaOH})$

Решение: 1. Запишем уравнение реакций.





Из уравнения видно, что из 1 моль кремния получается 2 моль водорода. Значит,

$$v(\text{Si}) = \frac{1}{2} v(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{V(\text{H}_2)}{V_v} = \frac{1}{2} \cdot \frac{22,4\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,5 \text{ моль.}$$

Тогда  $m(\text{Si}) = v(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,5 \cdot 28 = 14 \text{ г.}$

$$\omega(\text{Si}) = \frac{m(\text{Si})}{m(\text{Si} + \text{пр})} = \frac{14 \text{ г}}{16 \text{ г}} \cdot 0,875 = 87,5 \text{ \%}.$$

2.  $m(\text{SiO}_2) = m(\text{Si} + \text{пр}) - m(\text{Si}) = 16 \text{ г} - 14 \text{ г} = 2 \text{ г.}$

3. Из уравнения реакции видно, что для растворения 1 моль кремния нужно взять 2 моль щелочи.

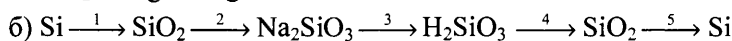
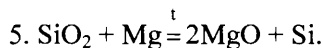
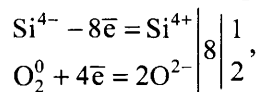
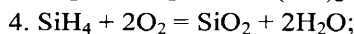
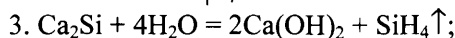
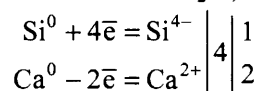
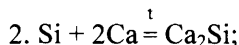
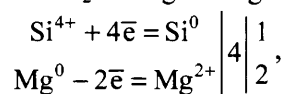
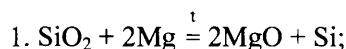
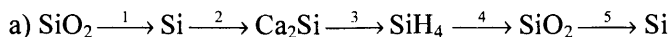
Следовательно,  $v(\text{NaOH}) = 2v(\text{Si}) = 2 \cdot 0,5 \text{ моль} = 1 \text{ моль.}$

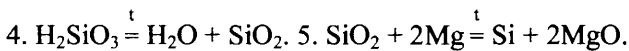
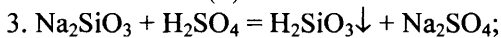
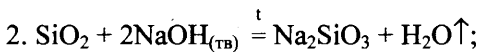
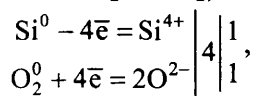
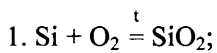
$m(\text{NaOH}) = v(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 40 \text{ г;}$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})} = \frac{40 \text{ г}}{0,6} = 66,7 \text{ г.}$$

Ответ:  $\omega(\text{Si}) = 87,5 \text{ \%}; m(\text{SiO}_2) = 2 \text{ г}; m(\text{р-ра NaOH}) = 66,7 \text{ г.}$

#### Вопрос 4.





**ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. ОБОБЩЕНИЕ ЗНАНИЙ  
ПО ХИМИИ ЗА КУРС ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ.  
ПОДГОТОВКА К ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (ГИА)**

**§ 36. Периодическая система Д.М. Менделеева  
и строение атома**

1. 1	6. 3
2. 1	7. 3
3. 4	8. 2
4. 4	9. 2
5. 2	10. 1

**§ 37. Электроотрицательность. Степень окисления.  
Строение вещества**

1. 1	6. 1
2. 3	7. 4
3. 2	8. 4
4. 3	9. 2
5. 4	10. 1

**§ 38. Классификация химических реакций.  
Скорость химической реакции**

1. 1	6. 3
2. 4	7. 1
3. 2	8. 2
4. 1	9. 3
5. 2	10. 2

### § 39. Диссоциация электролитов в водных растворах. Ионные уравнения реакций

- |      |                           |
|------|---------------------------|
| 1. 2 | 6. 2                      |
| 2. 1 | 7. 1                      |
| 3. 4 | 8. 4                      |
| 4. 3 | 9. нет правильного ответа |
| 5. 2 | 10. 1                     |

### § 40. Окислительно-восстановительные реакции

1. 1  
2. 4  
3. 2  
4. 4  
5. 3  
6. 4

7.

А	Б	В	Г
1	5	5	4

8.

А	Б	В	Г
6	2	5	1

9.

А	Б	В	Г
4	6	3	2

10.

А	Б	В	Г
5	4	2	6, 5
			подходят оба варианта

## § 41. Неорганические вещества, их номенклатура и классификация

- 1.3
- 2.3
- 3.1
- 4.2, 3
- 5.4
- 6.4
- 7.3

8.

А	Б	В	Г
4	5	1	2

9.

А	Б	В	Г
3	5	4	6

- 10.4

## § 42. Характерные химические свойства неорганических веществ

- 1.4
- 2.2
- 3.1
- 4.3, 4
- 5.1
- 6.3
- 7.1
- 8.1

9.

А	Б	В	Г
3	5	4	1

10.

А	Б	В	Г
6	2	4	1