

**Министерство образования Иркутской области**

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Иркутской области «Иркутский авиационный техникум»  
(ГБПОУИО «ИАТ»)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ГБПОУИО «ИАТ»  
А.Н. Якубовский

**Комплект методических указаний по выполнению  
лабораторных и практических работ по дисциплине**

**БОД.08 Химия**

**по специальности**

**09.02.01 Компьютерные системы и комплексы**

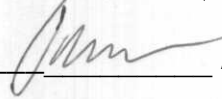
Иркутск 2017

РАССМОТРЕНЫ

ЦК ОД, МЕН

Протокол № 2 от 12.09.2017 г.

Председатель ЦК

 / Г.В. Перепияко /

Методические указания

разработаны на основе рабочей

программы дисциплины

БОД.08Химия,

учебного плана специальности

09.02.01 Компьютерные системы

и комплексы

**Разработчик:**

Перепияко Галина Васильевна

### Перечень практических работ

№ пп	Название работы в соответствии с рабочей программой	Объем часов	Страница
1.	Обобщение знаний по теме: "Ионная химическая связь. Ковалентная химическая связь".	1	4
2.	Металлическая связь. Агрегатные состояния вещества и водородная связь.	1	8
3.	Массовая доля растворенного вещества. Решение задач на массовую долю растворенного вещества	1	16
4.	Расширение круга алгебраических задач с химическим содержанием.	1	19
5.	Систематизация знаний об основных классах неорганических соединений,	1	24
6.	Составление схем электролиза растворов и расплавов солей.	1	25
7.	Решение расчетных задач на электролиз.	1	27
8.	Закрепление умений по составлению реакций соединения, разложения, замещения и обмена	1	28
9.	Закрепление умений по составлению уравнений ОВР, протекающих в различных средах.	1	29
10.	Обобщение знаний химических свойств неметаллов и их соединений,	1	31
11.	Решение расчетных задач на нахождение состава органического соединения по продуктам реакции.	1	33
12.	Решение задач. Вычисление по уравнению химической реакции объемов газов по известному химическому количеству одного из веществ.	1	36
13.	Непредельные углеводороды. Изомеры. Гомологи.	1	39
14.	Решение расчетных задач на выход продукта от теоретического.	1	42
15.	Решение задач. Расчет объемных отношений газообразных веществ по химическим уравнениям.	1	45
16.	Нахождение практического выхода продукта реакции. Решение типовых задач	1	47
17.	Изучение химических свойств углеводов, проведение качественных реакций.	1	48
18.	Ознакомление с белками и аминокислотами на основе межпредметных связей с биологией .	1	54
19.	Проведение качественных реакций на белки.	1	61
20.	Использование высокомолекулярных соединений в производстве композиционных материалов.	1	62
	Всего	20	

## Практическая работа №1

**Обобщение знаний по теме: "Ионная химическая связь. Ковалентная химическая связь".**

**Цель:** Обобщить, систематизировать знания по теме; создать на уроке атмосферу поиска и сотрудничества, дать каждому ученику возможность достичь успеха.

**Основные понятия:**

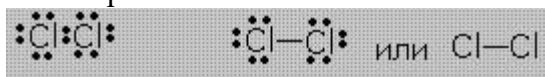
**Химическая связь** - это взаимное сцепление атомов в молекуле и кристаллической решётке в результате действия между атомами электрических сил притяжения. Валентность элементов главных подгрупп Периодической системы зависит от числа электронов, находящихся на внешнем электронном слое. Поэтому эти внешние электроны принято называть валентными. Для элементов побочных подгрупп в качестве валентных электронов могут выступать как электроны внешнего слоя, так и электроны внутренних подуровней. Различают три основных типа химической связи: ковалентную, ионную, металлическую. В таблице 1. приведены основные отличительные признаки различных типов химической связи.

**Ковалентная связь** образуется за счёт общих электронных пар, возникающих в оболочках связываемых атомов. Она может быть образована атомами одного и того же элемента и тогда она неполярная. Такая ковалентная связь существует в молекулах одноэлементных газов  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  и др. Ковалентная связь может быть образована атомами разных элементов, сходных по химическому характеру, и тогда она полярная. Такая ковалентная связь существует в молекулах  $H_2O$ ,  $NF_3$ ,  $CO_2$ . Более электроотрицательные элементы будут оттягивать общие электроны от элементов менее электроотрицательных. Полярные ковалентные связи образуются между атомами с разной электроотрицательностью.



Для наглядного изображения ковалентной связи в химических формулах используются точки (каждая точка отвечает валентному электрону, а также черта отвечает общей электронной паре).

Связи в молекуле  $Cl_2$  можно изобразить так:



Такие записи формул равнозначны. Ковалентные связи обладают пространственной направленностью. В результате ковалентного связывания атомов образуются либо молекулы, либо атомные кристаллические решётки со строго определённым геометрическим расположением атомов. Каждому веществу соответствует своя структура.

**Ионной связью** называется химически связанное состояние атомов, при котором устойчивое электронное окружение достигается путём полного перехода общей электронной плотности к атому более электроотрицательного элемента. На практике полный переход электрона от одного атома к другому атому-партнеру по связи не реализуется, поскольку каждый элемент имеет большую или меньшую, но не нулевую, электроотрицательность, и любая связь будет в некоторой степени ковалентной.

Таб.1. Типы химической связи и их основные отличительные признаки

Химическая связь	Связываемые атомы	Процесс электронной оболочки	Образующиеся частицы	Кристаллическая решетка	Характер вещества	Пример
Ионная	Атом металла и атом неметалла	Переход валентных электронов	Положительные и отрицательные ионы	Ионная	Солеобразный	NaCl CaO NaOH

		Образование общих электронных пар, заполнение молекулярных орбиталей	Молекулы	Молекулярная	Летучий или нелетучий	Br <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Ковален ная	Атомы неметаллов (реже-атомы металлов)		-----	Атомная	Алмазоподоб ный	Алмаз Si SiC
Металли- ческая	Атомы металлов	Отдача валентных электронов	Положительные ионы и электрон-ный газ	Металлическая	Металличес- кая	Металлы и сплавы

### Порядок выполнения:

Учащиеся делятся на 4 группы, каждая группа получает свое задание на карточках, работает с учебниками. Заполняют свою часть табл.2

Диагностика по видам ХС.

Таб.2

Признаки сравнения	Вид химической связи				
	ионная	ковалентная		металлическая	водородная
		полярная	неполярная		
1. Природа химических элементов					
2. Способ образования химической связи					
3. Механизм образования связи(схема)					
4. Структурные элементы кристаллической решетки					
5. Тип кристаллической решетки					
6. Физические свойства веществ					
7. Примеры веществ					

### Карточка 1.

**Тема: Ковалентная неполярная связь.** Свойства веществ с ковалентной неполярной связью. Молекулярная и атомная кристаллические решетки.

I. Изучите и объясните партнеру:

1. Признаки ковалентной неполярной связи:

характер химических элементов – ковалентную неполярную связь образуют атомы неметаллов с одинаковой электроотрицательностью.

механизм образования связи: каждый атом неметалла отдает в общее пользование другому атому свои наружные неспаренные электроны: общая электронная плотность в равной мере принадлежит обоим атомам.

2. Примеры образования ковалентной неполярной связи: водород, фтор, кислород, азот.

3. Свойства веществ с ковалентной неполярной связью:

- При обычных условиях вещества газообразные (водород, кислород), жидкие (бром), твердые (йод, фосфор).
- Большинство веществ сильнолетучие, т.е. имеют очень низкие температуры плавления и кипения.
- Растворы и расплавы веществ электрического тока не проводят. **Почему?**

Если в молекулах простых веществ ковалентная неполярная связь, то между молекулами действуют очень слабые межмолекулярные силы. Это приводит к образованию сильнолетучих веществ с молекулярной кристаллической решеткой. В твердом виде в узлах кристаллической решетки вещества находятся неполярные молекулы, электроны, осуществляющие ковалентную неполярную связь, по кристаллу не перемещаются. Такое строение является причиной общих свойств: вещества с молекулярной кристаллической решеткой электрического тока не проводят. Рассмотрим образование химической связи в алмазе (см. модель кристаллической решетки алмаза). Алмаз самое твердое и тугоплавкое вещество. Следовательно, в узлах кристаллической решетки алмаза находятся не молекулы, а атомы углерода, связанные посредством ковалентной неполярной связи. Кристаллы алмаза имеют атомную кристаллическую решетку. Кристаллы с атомной кристаллической решеткой образуют также кремний, германий, бор.

II. Рассмотрите на рисунке или моделях кристаллические решетки иода и алмаза.

III. Познакомьтесь с образцами веществ, имеющих ковалентную неполярную связь.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля.**

1. Какие элементы образуют ковалентную неполярную связь?
2. Каков механизм образования ковалентной неполярной связи?
3. Какими свойствами обладают вещества с молекулярными кристаллическими решетками? Почему?
4. Какими свойствами обладают вещества с атомными кристаллическими решетками? Почему?
5. Составьте химические формулы веществ: азота, хлорида натрия, бромоводорода, хлора, сероводорода, фторида калия. В молекулах каких из этих веществ имеется ковалентная неполярная связь? Изобразите электронную и структурные формулы молекул этих веществ.

#### **Карточка 2.**

**Тема: Ковалентная полярная связь.** Свойства веществ с ковалентной полярной связью. Молекулярная и атомная кристаллические решетки.

I. Изучите и объясните партнеру:

1. Признаки ковалентной полярной связи:  
характер химических элементов – ковалентную полярную связь образуют атомы неметаллов с разной электроотрицательностью.  
механизм образования связи: каждый атом неметалла отдает в общее пользование другому атому свои наружные неспаренные электроны: общая электронная пара смещена к более электроотрицательному атому.
2. Примеры образования ковалентной неполярной связи: вода, аммиак, хлороводород.
3. Свойства веществ с ковалентной полярной связью:
  - При обычных условиях вещества газообразные, жидкие, твердые.
  - Большинство веществ имеют относительно низкие температуры плавления и кипения.
  - Растворы многих веществ проводят электрический ток. **Почему?**

Если в молекулах простых веществ ковалентная полярная связь, то молекулы притягиваются друг к другу своими противоположно заряженными полюсами, но с меньшей силой, чем ионы. Это приводит к образованию молекулярной кристаллической решетки, в узлах которой находятся полярные молекулы. Поскольку межмолекулярные силы не велики (по сравнению с силами между ионами), то вещества с молекулярной кристаллической решеткой летучи, т.е. имеют довольно низкие температуры плавления и кипения.

II. Рассмотрите на рисунке или моделях кристаллическую решетку твердой воды, объясните партнеру ее строение.

III. Познакомьтесь с образцами веществ, имеющих ковалентную полярную связь, предскажите их физические свойства, сверьте свои предположения со справочным материалом.

#### Вопросы и задания для самоконтроля.

1. Какие элементы образуют ковалентную полярную связь?
2. Каков механизм образования ковалентной полярной связи?
3. Какими свойствами обладают вещества с ковалентными полярными связями. Почему?
4. Какие вещества, образцы которых выставлены на столе, имеют ковалентную полярную связь?
5. Карборунд (карбид кремния SiC) – один из самых твердых и термостойких минералов. Его используют как огнеупорный и абразивный материал. Какой вид химической связи и тип кристаллической решетки в этом веществе? Изобразите схематически фрагмент кристаллической решетки карборунда.

#### Карточка 3.

1. **Признаки ионной связи:** характер химических элементов – ионную связь образуют атомы типичных металлов и атомы типичных неметаллов, резко отличающиеся друг от друга по электроотрицательности.  
механизм образования связи: атом металла отдает наружные электроны, превращаясь в катионы; атомы неметаллов присоединяют электроны, превращаясь в анионы. Образовавшиеся ионы взаимодействуют электростатически. Примеры образования ионной связи: хлорид натрия, фторид кальция.
2. Свойства веществ с ионной связью:
  - При обычных условиях вещества твердые.
  - Большинство веществ имеют высокие температуры плавления и кипения.
  - Растворы многих веществ проводят электрический ток. **Почему?**

Если связь ионная, то в узлах кристаллической решетки находятся противоположно заряженные ионы, между которыми во всех направлениях действуют значительные электростатические силы. Они обуславливают образование твердых, нелетучих веществ, имеющих ионную кристаллическую решетку.

#### Вопросы и задания для самоконтроля.

1. Какие элементы образуют ионную связь?
2. Каков механизм образования ионной связи?
3. Какими свойствами обладают вещества с ионной связью? Почему?
4. Какие вещества, образцы которых выставлены на столе, имеют ионную связь? Каково их агрегатное состояние?
5. Соединения NaCl, AlP, MgS кристаллизуются в кристаллические решетки с почти одинаковыми расстояниями между катионами и анионами. Какое из этих соединений имеет самую высокую температуру плавления? Почему?

#### Карточка 4.

I. Изучите и объясните партнеру:

1. **Признаки металлической связи:**  
характер химических элементов – металлическую связь образуют атомы металлов.  
механизм образования связи: атом металла отдает наружные электроны, превращаясь в катионы; ионы металлов не в состоянии связать электроны из-за огромной скорости их движения. Поэтому электроны, движущиеся в металле, являются общими для всех ионов металлов. Металлическая связь, следовательно, осуществляется при помощи металлов и общих для них электронов, т. е. за счет электростатических сил.
2. Свойства веществ с металлической связью:
  - высокая, электрическая проводимость, уменьшается с повышением температуры металла.
  - высокая теплопроводность;

- пластичность, ковкость;
- характерный «металлический» блеск;
- широкие пределы изменения плотности, прочности, твердости, температуры плавления.
- **Почему?**

Кристаллическая решетка, в узлах которой находятся положительно заряженные ионы металла, связываемые относительно свободными электронами, движущимися по всему объему кристалла, называется металлической.

Для металлов характерны кристаллические решетки с плотной упаковкой ионов в узлах.

Прочность металлической связи и плотность упаковки обуславливают прочность, твердость, относительно высокие температуры плавления.

То, что металлы хорошо проводят электрический ток, объясняется присутствием в них свободных электронов. С повышением температуры усиливаются колебания ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки металла, что затрудняет направленное движение электронов и тем самым приводит к уменьшению электрической проводимости металла.

Теплопроводность металлов обуславливается как высокой подвижностью свободных электронов, так и колебательным движением ионов.

Кристаллы с металлической связью пластичны; в этом случае при деформации кристалла возможно смещение ионов без нарушения связи.

«Блуждающие» электроны в металле – причина «металлического блеска».

#### **Вопросы и задания для самоконтроля.**

1. Что такое металлическая связь? Для каких веществ она характерна?
2. Что такое металлическая кристаллическая решетка?
3. Какими физическими свойствами обладают металлы и сплавы?
4. Объясните на основе представлений о сущности металлической связи такие физические свойства металлов, как:
  - а) высокая, электрическая проводимость, уменьшается с повышением температуры металла.
  - б) высокая теплопроводность;
  - в) пластичность, ковкость;
  - г) характерный «металлический» блеск;

### **Практическая работа №2**

#### **Металлическая связь. Агрегатные состояния вещества и водородная связь.**

**Цель работы:** Познакомиться со строением вещества, агрегатными состояниями вещества, с особенностями металлической и водородной связи и механизмом их образования.

#### **Основные понятия:**

Агрегатные состояния вещества: твердое, жидкое, газообразное, жидкокристаллическое.

При низких температурах для веществ устойчиво твердое состояние.

Самым твердым веществом в природе является алмаз

При плавлении в результате тепловых колебаний порядок частиц нарушается, они становятся подвижными, при этом характер химической связи не нарушается. Таким образом, между твердым и жидким состояниями принципиальных различий нет.

У жидкости появляется текучесть (т. е. способность принимать форму сосуда).

#### **Жидкие кристаллы**

Жидкие кристаллы открыты в конце XIX века, но изучены в последние 20-25 лет. Многие показывающие устройства современной техники, например некоторые электронные часы, мини-ЭВМ, работают на жидких кристаллах.

В общем-то слова «жидкие кристаллы» звучат не менее необычно, чем «горячий лёд». Однако на самом деле и лёд может быть горячим, т.к. при давлении более 10000 атм.

водяной лёд плавится при температуре выше 200<sup>0</sup> С. Необычность сочетания «жидкие



кристаллы» состоит в том, что жидкое состояние указывает на подвижность структуры, а кристалл предполагает строгую упорядоченность.

Если вещество состоит из многоатомных молекул вытянутой или пластинчатой формы и имеющих несимметричное строение, то при его плавлении эти молекулы ориентируются определённым образом друг относительно друга (их длинные оси располагаются параллельно). При этом молекулы могут свободно перемещаться параллельно самим себе, т.е. система приобретает свойство текучести, характерное для жидкости. В то же время система сохраняет упорядоченную структуру, обуславливающую свойства, характерные для кристаллов. Высокая подвижность такой структуры даёт возможность управлять ею путём очень слабых воздействий (тепловых, электрических и др.), т.е. целенаправленно изменять свойства вещества, в том числе оптические, с очень малыми затратами энергии, что и используется в современной технике.

### Типы кристаллических решёток.

Любое химическое вещество образовано большим числом одинаковых частиц, которые связаны между собою.

При низких температурах, когда тепловое движение затруднено, частицы строго ориентируются в пространстве и образуют **кристаллическую решётку**.

**Кристаллическая решетка – это структура с геометрически правильным расположением частиц в пространстве.**

В самой кристаллической решетке различают узлы и межузловое пространство.

**Одно и то же вещество в зависимости от условий ( $p, t, \dots$ ) существует в различных кристаллических формах (т.е. имеют разные кристаллические решетки) – аллотропных модификациях, которые отличаются по свойствам.**

Например, известно четыре модификации углерода – графит, алмаз, карбин и лонсдейлит.

☼ Четвёртая разновидность кристаллического углерода «лонсдейлит» мало кому известна. Он обнаружен в метеоритах и получен искусственно, а строение его ещё изучается.

☼ Сажу, кокс, древесный уголь относили к аморфным полимерам углерода. Однако теперь стало известно, что это тоже кристаллические вещества.

☼ Кстати, в саже обнаружили блестящие чёрные частицы, которые называли «зеркальным углеродом». Зеркальный углерод химически инертен, термостоек, непроницаем для газов и жидкостей, обладает гладкой поверхностью и абсолютной совместимостью с живыми тканями.

☼ Название графита происходит от итальянского «граффитто» - пишу, рисую. Графит представляет собой тёмно – серые кристаллы со слабым металлическим блеском, имеет слоистую решётку. Отдельные слои атомов в кристалле графита, связанные между собой сравнительно слабо, легко отделяются друг от друга.

### ТИПЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЁТОК

	ионная	<u>атомная</u>	<u>молекулярная</u>	металлическая
Что в узлах кристаллической решётки, структурная единица	ионы	атомы	молекулы	атомы и катионы
Тип химической связи между частицами узла	ионная	ковалентная: полярная и неполярная	ковалентная: полярная и неполярная	металлическая
Силы взаимодействия между частицами кристалла	электростатические	ковалентные	межмолекулярные	электростатические

Физические свойства, обусловленные кристаллической решёткой	силы притяжения между ионами велики, $T_{пл.} \uparrow$ (тугоплавкие), · легко растворяются в воде, · расплав и р-р проводит эл.ток, · нелетучи (не имеют запаха)	· ковалентные связи между атомами велики, · $T_{пл.}$ и $T_{кип.}$ очень $\uparrow$ , · в воде не растворяются, · расплав не проводит эл.ток	· силы притяжения между молекулами невелики, · $T_{пл.} \downarrow$ , · некоторые растворяются в воде, · обладают запахом – летучи	· силы взаимодействия велики, · $T_{пл.} \uparrow$ , · Высокие тепло и электропроводность
Агрегатное состояние вещества при обычных условиях	твёрдое	твёрдое	твёрдое, газообразное, жидкое	твёрдое, жидкое(Hg)
Примеры	большинство солей, щелочей, оксиды типичных металлов	C (алмаз, графит), Si, Ge, B, SiO <sub>2</sub> , CaC <sub>2</sub> , SiC (карборунд), BN, Fe <sub>3</sub> C, TaC( $t_{пл.} = 3800^{\circ}C$ ) Красный и чёрный фосфор. Оксиды некоторых металлов.	все газы, жидкости, большинство неметаллов: инертные газы, галогены, H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> (белый), S <sub>8</sub> . Водородные соединения неметаллов, оксиды неметаллов: H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> «сухой лёд». Большинство органических соединений.	Металлы, сплавы

### Свойства веществ с различной кристаллической решёткой (таблица)

Если скорость роста кристаллов мала при охлаждении – образуется стеклообразное состояние (аморфное).

**Взаимосвязь между положением элемента в Периодической системе и кристаллической решёткой его простого вещества.**

Между положением элемента в периодической системе и кристаллической решёткой его соответствующего простого вещества существует тесная взаимосвязь.

		г р у п п а							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
п е р и о	I							H <sub>2</sub>	He
	II	Li	Be	B	C	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	Ne
	III	Na	Mg	Al	Si	P <sub>4</sub>	S <sub>8</sub>	Cl <sub>2</sub>	Ar
	IV	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br <sub>2</sub>	Kr

Д									
	V	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I <sub>2</sub>	Xe
<b>Тип кристаллической решётки</b>		металлическая					атомная	молекулярная	

Простые вещества остальных элементов имеют металлическую кристаллическую решётку.

Типы кристаллических решеток.

В зависимости от частиц, которые стоят в узлах решетки, различают:

металлическую кристаллическую решетку;

ионную кристаллическую решетку;

молекулярную кристаллическую решетку;

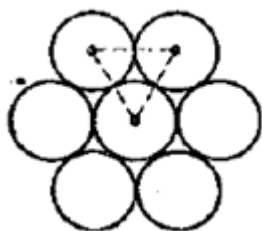
макромолекулярную (атомную) кристаллическую решетку.

Металлическая связь в кристаллических решетках.

Атомы расположены максимально близко друг к другу, очень плотно. Промежутки между атомами (шарами) очень малы, поэтому имеет место быть название, плотноупакованная структура. Существует **3 основных типа** таких структур: **гексагональная плотная упаковка (ГПУ)**, **гранецентрированная кубическая упаковка (ГКУ)** и **объемно центрированная кубическая упаковка (ОЦКУ)**. Последняя менее плотная.

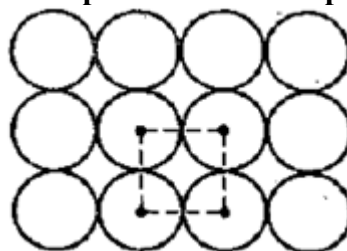
Как «упаковывается» один слой кристаллической решетки?

**Гексагональная кристаллическая решетка**



Каждый шар соприкасается с 6-ю соседними шарами, центры любых соседних атомов образуют равносторонний треугольник.

**Квадратная кристаллическая решетка**

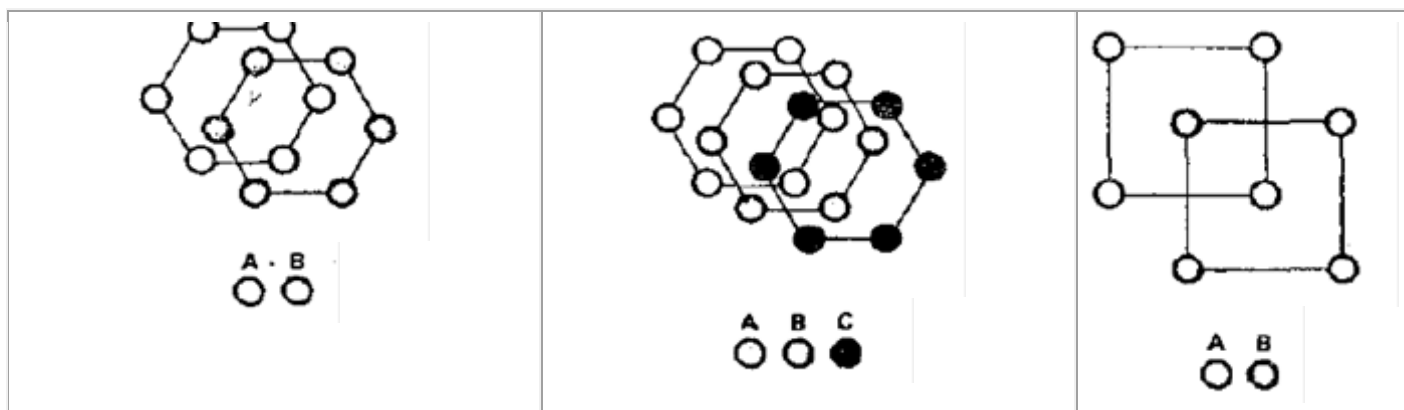


Центры соседних шаров образуют квадрат.

Как «упаковываются» слои кристаллической решетки?

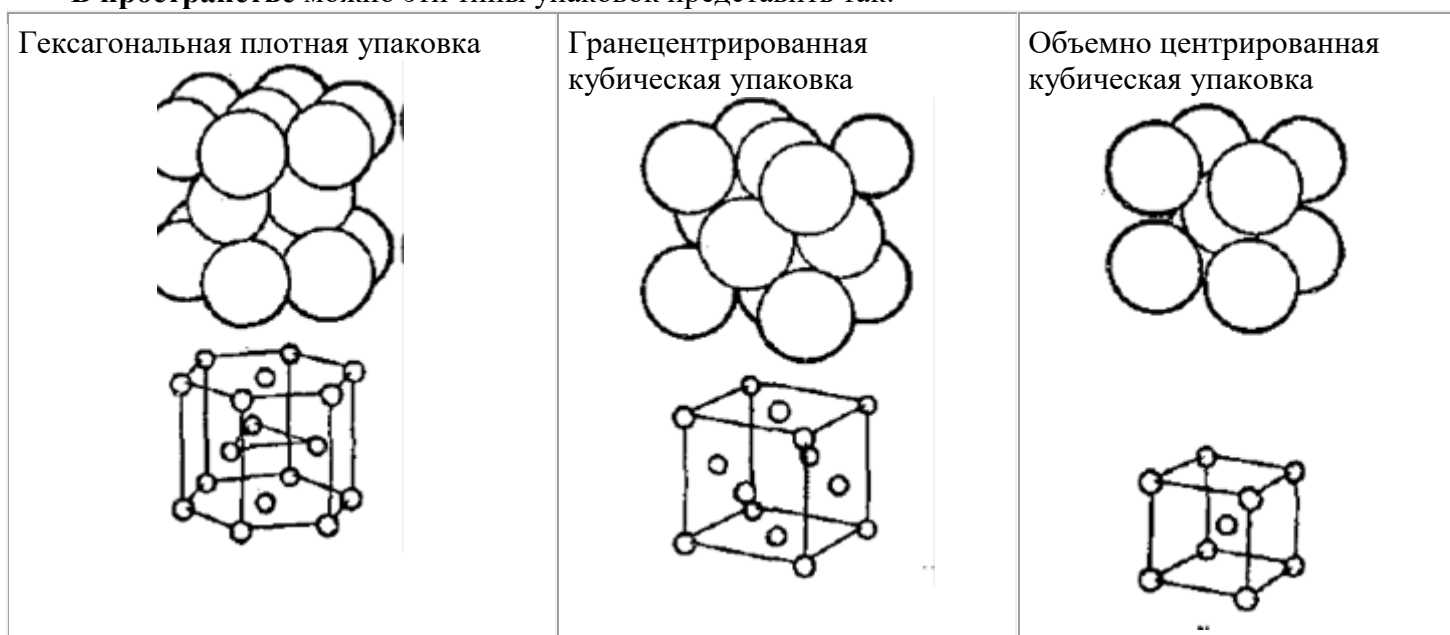
Представим, есть слои А и В. При гексагональной упаковке слои можно укладывать несколькими способами, и при этом образуется гексагональная плотная упаковка или гранецентрированная кубическая упаковка. Соблюдается условие: каждый шар верхнего слоя касается 3х шаров нижнего. Шары 3го слоя расположены четко над шарами 1го слоя, шары 4го – над 2ыми и т.д. Более сложное строение имеет гексагональная кубическая упаковка (ГКУ) – шары 3го слоя находятся над промежутками 2го слоя, и поэтому слои С и А имеют существенные различия. Объемно центрированная кубическая упаковка складывается только одним способом: каждый шар находится в центре куба, вершины которого заняты другими шарами, т.е. каждый шар касается 8-ми соседних, при этом принято говорить о том, что каждый атом имеет координационное число, равное 8.

Гексагональная плотная упаковка	Гранецентрированная кубическая упаковка	Объемно центрированная кубическая упаковка
---------------------------------	---	--



Если говорить о координационных числах гранецентрированная кубическая упаковка и гексагональная плотная упаковка, то оно равно 12.

**В пространстве** можно эти типы упаковок представить так:



Примеры кристаллических решеток.

ГПУ	ГКУ	ОЦКУ
Магний	Кальций	Щелочные металлы
Кобальт	Алюминий	Барий
Цинк	Медь	Хром
Титан	Серебро	Железо

Вещества с металлической структурой обладают такими свойствами, как температура плавления, кипения, ковкость, плотность, теплопроводность и электропроводность.

#### Ионная связь кристаллических решеток.

В узлах кристалла находятся ионы, из-за этого тут преобладают электростатические силы, вследствие чего в структуре должна быть электрическую нейтральность. У каждого типа ионной решетки должно быть свое координационное число. Например, молекула хлорида натрия:  $Na^+$ ,  $Cl^-$ . Каждый ион  $Na^+$  окружен 6-тью ионами  $Cl^-$ , поэтому координационное число равно 6. И вокруг иона  $Cl^-$  тоже 6 ионов натрия, поэтому тут в молекуле присутствует координация 6:6.

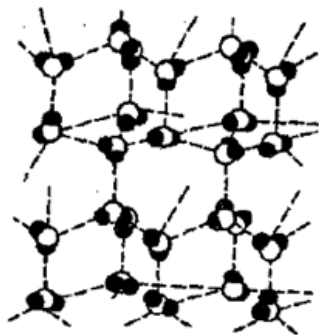
Рассмотрим другой пример, хлорид цезия  $CsCl$ . Ион цезия большой, по сравнению с ионом натрия, поэтому его окружает уже не 6  $Cl^-$ -ионов, а 8. Поэтому координационное число равно 8.

Вещества с таким типом решетки обладают высокой твердостью, они тугоплавки и малолетучи. Электричество проводят не только растворы, но и расплавы (т.к. ионные соединения диссоциируют в полярных жидкостях (вода)).

Ионные кристаллы обладают повышенной хрупкостью, т.к. сдвиг в решетке кристалла (даже незначительный) приводит к тому, что одноименно заряженные ионы начинают отталкиваться друг от друга, и связи рвутся, образуются трещины и расколы.

#### **Молекулярная связь кристаллических решеток.**

Основная особенность межмолекулярной связи заключается в ее «слабости» (ван-дер-ваальсовы, водородные).



Это структура льда. Каждая молекула воды связана водородными связями с 4-мя окружающими ее молекулами, в результате структура имеет тетраэдрический характер.

Водородная связь объясняет высокую температуру кипения, плавления и малую плотность;

#### **Макромолекулярная связь кристаллических решеток.**

В узлах кристаллической решетки находятся атомы. Эти кристаллы разделяются на **3 вида**: каркасные;

цепочечные;

слоистые структуры.

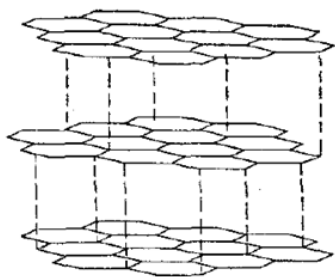
**Каркасной структурой** обладает алмаз – одно из самых твердых веществ в природе.

Атом углерода образует 4 одинаковые ковалентные связи, что говорит о форме правильного тетраэдра ( $sp^3$  – гибридизация). Каждый атом имеет неподеленную пару электронов, которые также могут связываться с соседними атомами. В результате чего образуется трехмерная решетка, в узлах которой только атомы углерода.

Энергии для разрушения такой структуры требуется очень много, температура плавления таких соединений высока (у алмаза она составляет  $3500^\circ\text{C}$ ).

**Слоистые структуры** говорят о наличии ковалентных связей внутри каждого слоя и слабых ван-дер-ваальсовых - между слоями.

Рассмотрим пример: графит. Каждый атом углерода находится в  $sp^2$ -гибридизации. 4-ый неспаренный электрон образует ван-дер-ваальсовую связь между слоями. Поэтому 4-ый слой очень подвижен:



Связи слабые, поэтому их легко разорвать, что можно наблюдать у карандаша – «пишущее свойство» - 4-ый слой остается на бумаге.

Графит – отличный проводник электрического тока (электроны способны перемещаться вдоль плоскости слоя).

**Цепочечными структурами** обладают оксиды (например,  $SiO_2$ ), который кристаллизуется в виде блестящих иголок, полимеры, некоторые аморфные вещества, силикаты (асбест).

### Водородная связь

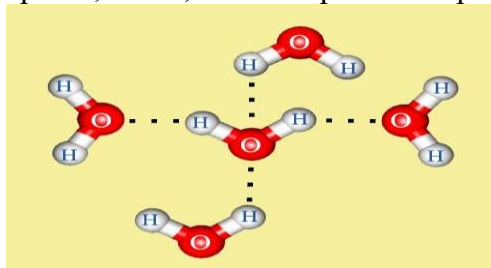
Водородная связь (Н-связь) – особый тип взаимодействия между реакционно-способными группами, при этом одна из групп содержит атом водорода, склонный к такому взаимодействию. Водородная связь – глобальное явление, охватывающее всю химию. В отличие от обычных химических связей, Н-связь появляется не в результате целенаправленного синтеза, а возникает в подходящих условиях сама и проявляется в виде межмолекулярных или внутримолекулярных взаимодействий

В образовании Н-связи определяющую роль играет электроотрицательность участвующих в связи атомов – способность оттягивать на себя электроны химической связи от атома – партнера, участвующего в этой связи. В результате на атоме А с повышенной электроотрицательностью возникает частичный отрицательный заряд  $\delta^-$ , а на атоме-партнере – положительный  $\delta^+$ , химическая связь при этом поляризуется:  $A\delta^- - H\delta^+$ .

В формировании Н-связи участвуют три атома, два электроотрицательных (А и В) и находящийся между ними атом водорода Н, структура такой связи может быть представлена следующим образом:  $B \cdots H\delta^+ - A\delta^-$  (водородную связь обычно обозначают точечной линией).

Атом А, химически связанный с Н, называют донором протона (лат. *donare* – дарить, жертвовать), а В – его акцептором (лат. *acceptor* – приемщик). Чаще всего истинного «донорства» нет, и Н остается химически связанным с А.

Атомов – доноров А, поставляющих Н для образования Н-связей, не много, практически всего три: N, O и F, в то же время набор атомов-акцепторов В весьма широк.



### Металлическая связь.

Металлическая связь — химическая связь, обусловленная свободными электронами. Характерна как для чистых металлов, так и их сплавов и интерметаллических соединений

Во всех узлах кристаллической решетки расположены положительные ионы металла. Между ними беспорядочно, подобно молекулам газа, движутся валентные электроны, отщипившиеся от атомов при образовании ионов. Эти электроны играют роль цемента, удерживая вместе положительные ионы; в противном случае решетка распалась бы под действием сил отталкивания между ионами. Вместе с тем и электроны удерживаются ионами в пределах кристаллической решетки и не могут её покинуть. Силы связи не локализованы и не направлены. Поэтому в большинстве случаев проявляются высокие координационные числа (например, 12 или 8).

Большинство металлов образует одну из следующих высокосимметричных решеток с плотной упаковкой атомов: кубическую объемно центрированную, кубическую гранецентрированную и гексагональную. В кубической объемно центрированной решетке (ОЦК) атомы расположены в вершинах куба и один атом в центре объема куба. Кубическую объемно центрированную решетку имеют металлы: Pb, K, Na, Li, бета-Ti, бета-Zr, Ta, W, V, альфа-Fe, Cr, Nb, Ba и др. В кубической гранецентрированной решетке (ГЦК) атомы расположены в вершинах куба и в центре каждой грани. Решетку такого типа имеют металлы: альфа-Ca, Ce, альфа-Sr, Tn, Pb, Ni, Ag, Au, Pd, Pt, Rh, Jr, гамма-Fe, Cu, альфа-Co и др. В гексагональной решетке атомы

расположены в вершинах и центре шестигранных оснований призмы, а три атома - в средней плоскости призмы. Такую упаковку атомов имеют металлы: Mg, альфа-Ti, Cd, Re, Os, Ru, Zn, бета-Co, Be, бета-Ca и др.

Свободно движущиеся электроны обуславливают высокую электро- и теплопроводность.

Вещества, обладающие металлической связью, часто сочетают прочность с пластичностью, так как при смещении атомов друг относительно друга не происходит разрыв связей.

#### 1. Признаки металлической связи:

характер химических элементов – металлическую связь образуют атомы металлов. механизм образования связи: атом металла отдает наружные электроны, превращаясь в катионы; ионы металлов не в состоянии связать электроны из-за огромной скорости их движения. Поэтому электроны, движущиеся в металле, являются общими для всех ионов металлов. Металлическая связь, следовательно, осуществляется при помощи металлов и общих для них электронов, т. е. за счет электростатических сил.

#### 2. Свойства веществ с металлической связью:

- о высокая, электрическая проводимость, уменьшается с повышением температуры металла.
- о высокая теплопроводность;
- о пластичность, ковкость;
- о характерный «металлический» блеск;
- о широкие пределы изменения плотности, прочности, твердости, температуры плавления.

Кристаллическая решетка, в узлах которой находятся положительно заряженные ионы металла, связываемые относительно свободными электронами, движущимися по всему объему кристалла, называется металлической.

Для металлов характерны кристаллические решетки с плотной упаковкой ионов в узлах.

Прочность металлической связи и плотность упаковки обуславливают прочность, твердость, относительно высокие температуры плавления.

То, что металлы хорошо проводят электрический ток, объясняется присутствием в них свободных электронов. С повышением температуры усиливаются колебания ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки металла, что затрудняет направленное движение электронов и тем самым приводит к уменьшению электрической проводимости металла. Теплопроводность металлов обуславливается как высокой подвижностью свободных электронов, так и колебательным движением ионов. Кристаллы с металлической связью пластичны; в этом случае при деформации кристалла возможно смещение ионов без нарушения связи. «Блуждающие» электроны в металле – причина «металлического блеска».

#### Порядок выполнения:

1. Изучить теоретический материал.
2. Выполнить тест.

#### Тест «Типы связей и кристаллических решеток»

##### Вариант №1

##### A1. В молекуле сероуглерода $CS_2$ химическая связь

- 1) ионная                      2) металлическая                      3) ковалентная полярная                      4) ковалентная неполярная

##### A2. Атомную кристаллическую решетку имеет

- 1)  $CH_4$                       2)  $H_2$                       3)  $O_2$                       4) Si

##### A3. В аммиаке ( $NH_3$ ) и хлориде бария ( $BaCl_2$ ) химическая связь соответственно:

- 1) ионная и ковалентная полярная                      3) ковалентная неполярная и металлическая  
2) ковалентная полярная и ионная                      4) ковалентная неполярная и ионная

##### A4. Ионную кристаллическую решетку имеет

- 1)  $SiO_2$                       2)  $Na_2O$                       3) CO                      4)  $P_4$

##### A5. Какие из предложенных утверждений верны:

- А. Вещества с молекулярной решеткой имеют низкие температуры плавления  
Б. Вещества с атомной решеткой пластичны и обладают высокой электрической проводимостью.

- 1) Верно только А      2) Верно только Б      3) Верны оба суждения      4) Оба суждения неверны

**А6. Ионный характер связи наиболее выражен в соединении**

- 1)  $\text{CCl}_4$       2)  $\text{SiO}_2$       3)  $\text{CaF}_2$       4)  $\text{NH}_3$

**А7. В каком ряду все вещества имеют ковалентную полярную связь**

- 1)  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Cl}_2$       2)  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$       3)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$       4)  $\text{NaBr}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CO}$

**А8. Кристаллическая решетка углекислого газа ( $\text{CO}_2$ )**

- 1) Ионная      2) Молекулярная      3) Атомная      4) Металлическая

**А9. Водородная связь образуется между молекулами**

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_6$       2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$       3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$       4)  $\text{NaCl}$

**А10. Частично положительный заряд в молекуле  $\text{OF}_2$**

- 1) у атома О      2) у атома F      3) у атомов О и F      4) Все атомы заряжены отрицательно

**А11. Молекулярную кристаллическую решётку имеет**

- 1)  $\text{NH}_3$       2)  $\text{Na}_2\text{O}$       3)  $\text{ZnCl}_2$       4)  $\text{CaF}_2$

**А12. Атомную кристаллическую решётку имеет**

- 1)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$       2) алмаз      3)  $\text{I}_2$       4)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

**А13. Ионную кристаллическую решётку имеет**

- 1) лёд      2) графит      3)  $\text{HF}$       4)  $\text{KNO}_3$

**А14. Металлическую кристаллическую решётку имеет**

- 1) графит      2)  $\text{Cl}_2$       3)  $\text{Na}$       4)  $\text{NaCl}$

## Вариант №2

**А1. Вещества только с ионной связью приведены в ряду**

- 1)  $\text{F}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{KCl}$       2)  $\text{NaBr}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{KI}$       3)  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_4$ ,  $\text{CaF}_2$       4)  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{K}_2\text{S}$

**А2. Кристаллическая решетка графита**

- 1) Ионная      2) Молекулярная      3) Атомная      4) Металлическая

**А3. Молекулярную решетку имеет**

- 1)  $\text{Na}_2\text{O}$       2)  $\text{SiO}_2$       3)  $\text{CaF}_2$       4)  $\text{NH}_3$

**А4. Кристаллическая решетка хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ )**

- 1) Ионная      2) Молекулярная      3) Атомная      4) Металлическая

**А5. В каком соединении ковалентная связь между атомами образуется по донорно-акцепторному механизму?**

- 1)  $\text{CCl}_4$       2)  $\text{SiO}_2$       3)  $\text{CaF}_2$       4)  $\text{NH}_4\text{Cl}$

**А6. Вещества, обладающие твердостью, тугоплавкостью, хорошей растворимостью в воде, как правило, имеют кристаллическую решетку**

- 1) Ионная      2) Молекулярная      3) Атомная      4) Металлическая

**А7. При соединении атомов одного и того же химического элемента образуется связь**

- 1) Ионная      2) Ковалентная полярная      3) Ковалентная неполярная      4) Металлическая

**А8. Вещества с атомной кристаллической решеткой**

- 1) очень твердые и тугоплавкие      3) проводят электрический ток в растворах  
2) хрупкие и легкоплавкие      4) проводят электрический ток в расплавах

**А9. Электронная пара в молекуле  $\text{HBr}$**

- 1) не существует      2) находится посередине      3) смещена к атому Н      4) смещена к атому Br

**А10. Вещество молекулярного строения**

- 1)  $\text{O}_3$       2)  $\text{BaO}$       3)  $\text{C}$       4)  $\text{K}_2\text{S}$

**А11. Кристаллическая решётка алмаза**

- 1) металлическая      2) молекулярная      3) ионная      4) атомная

**А12. Кристаллическая решётка гидроксида калия ( $\text{KOH}$ )**

- 1) атомная      2) металлическая      3) ионная      4) молекулярная



**А13. Кристаллическая решётка хлороводородной кислоты (HCl)**

1) ионная      2) молекулярная      3) атомная      4) металлическая

**А14. Кристаллическая решётка железа**

1) металлическая      2) молекулярная      3) ионная      4) атомная

**Практическая работа №3****Массовая доля растворенного вещества. Решение задач на массовую долю растворенного вещества.**

**Цель работы:** Показать возможность решения химической задачи алгебраическим способом; научить делать осознанный выбор способа и метода решения задач на уроке химии; показать наличие межпредметных связей в области химии и математики.

**Основные понятия:**

Количественный состав раствора выражается его концентрацией, которая имеет разные формы выражения. Чаще всего используют массовую концентрацию или массовую долю растворённого вещества. Вспомним математическую формулу для выражения массовой доли растворённого вещества.

Массовая доля растворённого вещества обозначается –  $W$  р.в.

Массовая доля растворённого вещества – это отношение массы растворённого вещества к массе раствора:  $W \text{ (р.в.)} = m \text{ (р.в.)} / m \text{ (р-ра)} \times 100\%$ .

Масса раствора складывается из массы растворённого вещества и массы растворителя:  $m \text{ (р-ра)} = m \text{ (р.в.)} + m \text{ (р-ля)}$

Формула для массовой доли растворённого вещества будет выглядеть следующим образом:  $W \text{ (р.в.)} = m \text{ (р.в.)} / m \text{ (р.в.)} + m \text{ (р-ля)} \times 100\%$

Преобразуем данную формулу и выразим массу растворённого вещества и массу раствора:  $m \text{ (р.в.)} = W \text{ (р.в.)} \times m \text{ (р-ра)} / 100\%$ ,  $m \text{ (р-ра)} = m \text{ (р.в.)} / W \text{ (р.в.)} \times 100\%$

**АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ:**

1. Ввести буквенные обозначения для масс растворов.
2. Вычислить массы растворённых веществ в первом, втором растворе и смеси.
3. Составить систему уравнений и решить её.
4. Записать ответ.

**Порядок выполнения:**

**Решить следующие задачи. Приветствуется применение нескольких способов решения.**

**Задача.** Сколько грамм йода и спирта нужно взять для приготовления 500 грамм 5%-ной йодной настойки?

**Задача** Смешаны 100 грамм раствора с массовой долей некоторого вещества 20% и 50 грамм раствора с массовой долей этого вещества 32%. Вычислите массовую долю растворённого вещества во вновь полученном растворе.

Решить эту задачу, используя правило смешения.

**Задача:** Смешали 30%-ный раствор соляной кислоты с 10%-ным раствором этой же кислоты и получили 600 грамм 15%-ного раствора. Сколько грамм каждого раствора было взято?

**Задача.** Сколько грамм йода и спирта нужно взять для приготовления 500 грамм 5%-ной йодной настойки?

ДАНО:	РЕШЕНИЕ:
$M \text{ (р-ра)} = 500 \text{ г.}$	$W \text{ (р.в.)} = m \text{ (р.в.)} / m \text{ (р-ра)}$
$W \text{ (р.в.)} = 5\% = 0,05$	$W \text{ (р.в.)} = m(I_2) / m(\text{наст.})$

<b>НАЙТИ:</b>	$m(I_2) = W(p.v.) \times m(\text{наст.})$
$m(I_2) = ?$	$m(I_2) = 0,05 \times 500 \text{ г.} = 25 \text{ г.}$
$m(\text{спирта}) = ?$	$m(p\text{-}pa) = m(I_2) + m(\text{спирта})$
	$m(\text{спирта}) = m(p\text{-}pa) - m(I_2)$
	$m(\text{спирта}) = 500 \text{ г.} - 25 \text{ г.} = 475 \text{ г.}$

**ОТВЕТ:**  $m(I_2) = 25 \text{ г.}$ ,  $m(\text{спирта}) = 475 \text{ г.}$

**Задача.** Смешаны 100 грамм раствора с массовой долей некоторого вещества 20% и 50 грамм раствора с массовой долей этого вещества 32%. Вычислите массовую долю растворённого вещества во вновь полученном растворе.

Решить эту задачу, используя правило смешения.

Запишем условие задачи в таблицу:

	1 раствор	2 раствор	3 раствор
Масса раствора	$m_1 = 100 \text{ г.}$	$m_2 = 50 \text{ г.}$	$m_3 = m_1 + m_2$
Массовая доля растворённого вещества %	$W_1 = 0,2$	$W_2 = 0,32$	$W_3$
Масса растворённого в-ва в растворе	$m_1 w_1$	$m_2 w_2$	$m_3 w_3$

Решим задачу, используя правило смешения:

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_3 w_3$$

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = (m_1 + m_2) w_3$$

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_1 w_3 + m_2 w_3$$

$$m_1 w_1 - m_1 w_3 = m_2 w_2 - m_2 w_3$$

$$m_1 (w_1 - w_3) = m_2 (w_2 - w_3)$$

$$m_1 / m_2 = (w_2 - w_3) / (w_1 - w_3)$$

**ВЫВОД.**

Отношение массы первого раствора к массе второго равно отношению разности массовых долей смеси и второго раствора к разности массовых долей первого раствора и смеси:

$$\underline{m_1 / m_2 = (w_2 - w_3) / (w_1 - w_3)}$$

$$100 : 50 = (w_2 - 0,32) : (0,2 - w_3)$$

$$100(0,2 - w_3) = 50(w_2 - 0,32)$$

$$20 - 100w_3 = 50w_2 - 16$$

$$20 + 16 = 50w_2 + 100w_3$$

$$36 = 150w_3$$

$$W_3 = 0,24$$

**ОТВЕТ:** массовая доля растворённого вещества во вновь полученном растворе составляет 24%.

**Задача:** Смешали 30%-ный раствор соляной кислоты с 10%-ным раствором этой же кислоты и получили 600 грамм 15%-ного раствора. Сколько грамм каждого раствора было взято?

**ДАНО:**

$$W_1 = 30\% = 0,3$$

$$W_2 = 10\% = 0,1$$

$$W_3 = 15\% = 0,15$$

$$m_3(p\text{-}pa) = 600 \text{ г.}$$

**НАЙТИ:**

$$m_1(p\text{-}pa) = ?$$

$$m_2(p\text{-}pa) = ?$$

**РЕШЕНИЕ:**

**Ввести обозначения:**

пусть  $m_1(p-pa)$ -X г., а  $m_2(p-pa)$ -Y г., тогда:

$$m_3(p-pa)=m_1(p-pa)+m_2(p-pa)=X+Y.$$

**Рассчитаем массы растворённых в-в:**

$$m_1=0,3X,$$

$$m_2=0,1Y,$$

$$m_3=600 \text{ г.} \times 0,15=90 \text{ г.}$$

**Составим систему уравнений:**

$$\begin{cases} X+Y=600 \\ 0,3X+0,1Y=90 \end{cases}$$

$$\begin{cases} X=600-Y \\ 0,3(600-Y)+0,1Y=90 \end{cases}$$

**Решим подчёркнутое уравнение:**

$$180-0,3Y+0,1Y=90$$

$$180-0,2Y=90$$

$$180-90=0,2Y$$

$$90=0,2Y$$

$$Y=450$$

если  $Y=450$  г., то  $X=600 \text{ г.}-450 \text{ г.}=150 \text{ г.}$

**ОТВЕТ:**

масса 1 р-ра=150 г.

масса 2 р-ра=450г.

Решить эту же задачу методом смешения. Какой ответ у вас получился? (Ответы сходятся).

#### Практическая работа №4

**Расширение круга алгебраических задач с химическим содержанием.**

**Цель работы:** расширить круг алгебраических задач с химическим содержанием; показать возможность решения химической задачи алгебраическим способом; научить делать осознанный выбор способа и метода решения задач на уроке химии; показать наличие межпредметных связей в области химии и математики.

**Порядок выполнения:**

В решении химических задач целесообразно использовать алгебраические приёмы. В этом случае исследование и анализ ряда задач сводятся к преобразованиям формул и подставлению известных величин в конечную формулу или алгебраическое уравнение. Задачи по химии похожи на задачи по математике, и некоторые количественные задачи по химии (особенно на «смеси») удобнее решать через систему уравнений с двумя неизвестными.

**Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 3**

Смесь железа и цинка массой 12,1 г обработали избытком раствора серной кислоты. Для сжигания полученного водорода необходимо 2,24 л кислорода (давление 135,6 кПа, температура – 364К). Найдите массовую долю железа в смеси.

**Задача 4**

Смесь метиловых эфиров уксусной кислоты и пропионовой кислоты массой 47,2г обработали 83,4мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 40% (плотность 1,2г/мл). Определите массовые доли эфиров ( в %) в смеси, если известно, что гидроксид натрия, оставшийся после гидролиза эфиров, может поглотить максимально 8,96л оксида углерода (IV).

**Задача 1.** Смесь карбонатов калия и натрия массой 7 г обработали серной кислотой, взятой в избытке. При этом выделившийся газ занял объем 1,344 л (н.у.). Определить массовые доли карбонатов в исходной смеси.

Решение .

Составляем уравнений реакций:

хг	ул
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2^{\wedge} + \text{H}_2\text{O}$	
1 моль	1 моль
106г	22,4л
(7-х)г	(1,344-у)л
$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2^{\wedge} + \text{H}_2\text{O}$	
1 моль	1 моль
138г	22,4л

Обозначим через хг массу карбоната натрия в смеси, а массу карбоната калия – через (7-х)г. Объём газа, выделившегося при взаимодействии карбоната натрия с кислотой, обозначаем через у л, а объём газа, выделившегося при взаимодействии карбоната калия с кислотой, обозначаем через (1,344-у)л.

Над уравнениями реакций записываем введенные обозначения, под уравнениями реакций записываем данные, полученные по уравнениям реакций, и составляем систему уравнений с двумя неизвестными:

$$x/106 = y/22,4 \quad (1)$$

$$(7-x)/138 = (1,344-y) \quad (2)$$

Из первого уравнения выражаем у через х:

$$y = 22,4x/106 \quad (3)$$

$$(1,344 - 22,4x/106) \cdot 138 = 22,4 \cdot (7-x) \quad (4)$$

Решаем уравнение (4) относительно х.

$$185,472 - 29,16x = 156,8 - 22,4x$$

$$6,76x = 28,672$$

$$x = 4,24$$

Следовательно, масса карбоната натрия равна 4,24 г.

Массу карбоната калия находим вычитанием из общей массы смеси карбонатов массы карбоната натрия:

$$7\text{г} - 4,24\text{г} = 2,76\text{г}.$$

Массовые доли карбонатов находим по формуле:

$$w = (m_{\text{ком-та}} / m_{\text{общая}}) \cdot 100\%$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (4,24/7) \cdot 100\% = 60,57\%$$

$$w(\text{K}_2\text{CO}_3) = (2,76/7) \cdot 100\% = 39,43\%.$$

**Ответ:** массовая доля карбоната натрия равна 60,57%, массовая доля карбоната калия равна 39,43%.

## Задача 2.

Смесь карбонатов калия и натрия массой 10 г растворили в воде и добавили избыток соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через трубку с пероксидом натрия. Образовавшегося кислорода хватило, чтобы сжечь 1,9 л водорода (н.у.). Напишите уравнения реакций и рассчитайте состав смеси.

Решение.

Составляем уравнения реакций:

х г	у л
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \quad (1)$	
1 моль	1 моль
106г	22,4л
(10-х)г	(1,9-у)л
$\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2^{\wedge} \quad (2)$	
1 моль	1 моль
138г	22,4л

х л	0,95л
$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (3)	
2моль	1моль
44,8л	22,4л
1,9л	хл
$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ (4)	
2моль	1 моль
44,8л	22,4л

Обозначим через х г массу карбоната натрия, а масса карбоната калия будет равна (10-х)г. По уравнению (4) рассчитаем объем кислорода, образовавшегося в процессе реакции (3). Для этого через х в уравнении обозначим объем кислорода и, исходя из объема водорода, составим пропорцию и решим её относительно х:

$$1,9/44,8 = x/22,4;$$

$$x = 1,9 \cdot 22,4 / 44,8;$$

$$x = 0,95 \text{ л (объем выделившегося кислорода).}$$

Исходя из уравнения (3), рассчитаем объем углекислого газа, образовавшегося при обработке смеси карбонатов натрия и калия избытком соляной кислоты. Для этого составим пропорцию:

$$x/44,8 = 0,95/22,4;$$

$$x = 0,95 \cdot 44,8 / 22,4;$$

$$x = 1,9 \text{ л.}$$

Через у л обозначим объем газа, выделившегося в процессе реакции (1), а через (1,9-у)л – объем газа, выделившегося в процессе реакции (2). Составим систему уравнений с двумя неизвестными:

$$x/106 = y/22,4 \text{ (5)}$$

$$(10-x)/138 = (1,9-y)/22,4 \text{ (6)}$$

Из уравнения (5) выражаем у через х и подставляем в уравнение (6):

$$y = 22,4x/106$$

$$(10-x)/138 = (1,9 - 22,4x/106)/22,4 \text{ (7).}$$

Уравнение (7) решаем относительно х:

$$(1,9 - 22,4x/106) \cdot 138 = 22,4 \cdot (10-x);$$

$$262,2 - 29,16x = 224 - 22,4x;$$

$$6,76x = 38,2;$$

$$x = 5,65 \text{ г (масса карбоната натрия).}$$

Масса карбоната калия находится как разность между массой смеси карбонатов натрия и калия и массой карбоната натрия:

$$10 - 5,65 = 4,35 \text{ г (масса карбоната калия).}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (5,65/10) \cdot 100\%$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 56,5\%$$

$$w(\text{K}_2\text{CO}_3) = (4,35/10) \cdot 100\%$$

$$w(\text{K}_2\text{CO}_3) = 43,5\%$$

**Ответ:** массовая доля карбоната натрия равна 56,5%, массовая доля карбоната калия равна 43,5%.

### Графические методы решения задач.

Решить одну из задач графическим способом.

**Задача 1.** Рассчитайте массы растворённого вещества и растворителя, которые необходимо взять для приготовления 150 г 20%-ного раствора.

**Задача 2.** К 150 г 20%-ного раствора соли добавили 30 г соли. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

**Задача 3.** Из 170 г 9%-ного раствора выпарили 50 г растворителя. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

**Задача 4.** Насыщенный при 70 °С раствор имеет массу 300 г и массовую долю растворённого вещества 30%. При его охлаждении до 20 °С выпал осадок массой 30 г. Определите массовую долю соли из полученном растворе.

**Задача 5.** Определите массовую долю вещества в растворе, полученном в результате сливания 120 г 16%-ного раствора с 60 г 20%-ного раствора.

**Задача 1.** Рассчитайте массы растворённого вещества и растворителя, которые необходимо взять для приготовления 150 г 20%-ного раствора.

Решение задачи начинаем с построения системы координат. Конечно, удобнее использовать специальную миллиметровую бумагу, но и обычный тетрадный лист в клетку позволяет получить ответ с достаточной точностью. На оси  $x$  откладываем массу раствора 150 г, на оси  $y$  — 100% (рис. 1). Строя перпендикуляры из этих точек, находим точку их пересечения. Соединяем её прямой линией с точкой начала координат. Полученный отрезок является основой для решения задачи.

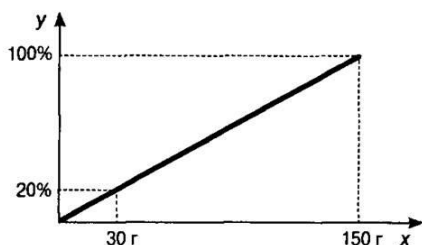
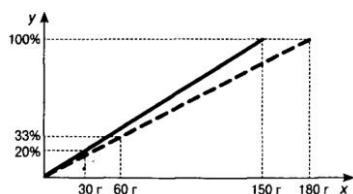


Рис. 1

Затем на оси  $y$  находим точку, соответствующую 20%, восстанавливаем из неё перпендикуляр до пересечения с отрезком, а из точки пересечения опускаем перпендикуляр на ось  $x$ . Это ответ задачи. **О т в е т: 30 г.**

**Задача 2.** К 150 г 20%-ного раствора соли добавили 30 г соли. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Начало решения аналогично решению задачи 1: для исходного раствора находим массу растворённого вещества (30 г) (рис. 2). Затем строим новый отрезок для нового раствора, полученного в результате добавления соли к исходному. На оси  $x$  от точки, соответствующей массе исходного раствора, откладываем вправо 30 г (масса добавленной соли), это масса полученного раствора. Восстанавливаем из неё перпендикуляр до пересечения с прямой, проходящей через отметку 100% на оси  $y$ . Точку их пересечения соединяем с началом координат — получаем отрезок, соответствующий новому раствору



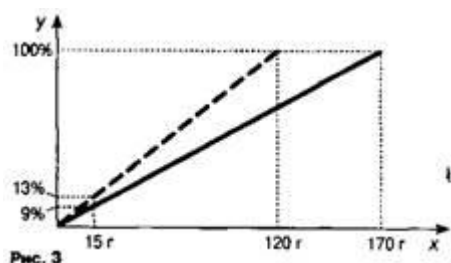
(показан пунктирной линией). На оси  $x$  от точки, показывающей массу соли в первом растворе, откладываем вправо 30 г (масса добавленной соли) и получаем массу соли во втором растворе. Восстанавливаем из неё перпендикуляр до пересечения с пунктирным отрезком, а из точки пересечения — перпендикуляр на ось  $y$ . Значение равно массовой доле соли во втором растворе.

**О т в е т: 33%.**

**Задача 3.** Из 170 г 9%-ного раствора выпарили 50 г растворителя. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

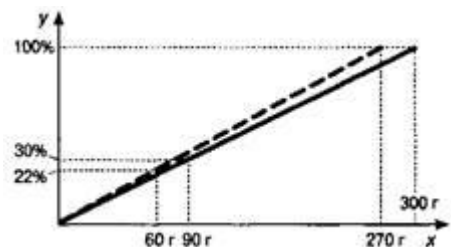
Построив отрезок, соответствующий начальному раствору, находим массу растворённого в нём вещества (рис. 3). Затем от массы первого раствора откладываем влево 50 г — получаем массу

второго раствора. Восстанавливаем из этой точки перпендикуляр до пересечения с прямой, проходящей через точку 100%, точку пересечения соединяем с началом координат. Мы построили отрезок (обозначен пунктиром) для второго раствора. На него восстанавливаем перпендикуляр из точки, показывающей массу соли в исходном растворе, а из точки пересечения, в свою очередь, опускаем перпендикуляр на ось, где находим ответ задачи. **Ответ: 13%.**



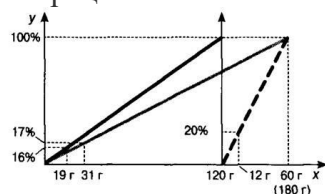
**Задача 4.** Насыщенный при 70 °С раствор имеет массу 300 г и массовую долю растворённого вещества 30%. При его охлаждении до 20 °С выпал осадок массой 30 г. Определите массовую долю соли из полученном растворе.

Строим отрезок для начального раствора и находим для него на оси x точку, соответствующую массе растворённого вещества (рис. 4). Затем от массы первого раствора влево откладываем 30 г и находим массу нового раствора, восстанавливаем из этой точки перпендикуляр до пересечения с линией 100%, полученную точку соединяем с началом координат. Получили отрезок для второго раствора (обозначен пунктиром). От массы растворённого вещества в первом растворе на оси масс откладываем влево 30 г - получаем массу соли во втором растворе. Из соответствующей ей точки восстанавливаем перпендикуляр на пунктирный отрезок и из полученной точки пересечения — перпендикуляр на ось процентов, где и находим ответ задачи. **Ответ: 22%.**



**Задача 5.** Определите массовую долю вещества в растворе, полученном в результате сливания 120 г 16%-ного раствора с 60 г 20%-ного раствора.

Строим отрезок, соответствующий первому раствору, и находим массу растворённого в нём вещества (рис. 5). Из точки, обозначающей массу первого раствора, проводим вспомогательную ось y для построения отрезка (обозначен пунктиром), характеризующего второй раствор, и нахождения с его помощью массы растворённого в нём вещества. После проведения указанных операций на оси масс



имеются два отрезка, соответствующие массам исходных растворов. Так как начало второго отрезка совпадает с концом первого, то их общая длина соответствует массе третьего раствора. Соединив точку пересечения перпендикуляров, проходящих через точки 100% и 180 г (на графике она уже получена при построении отрезка для второго раствора), с началом основной системы координат, получаем отрезок для третьего раствора (обозначен серой линией ).

Кроме этого, на оси  $x$  отложены два отрезка, соответствующие массам растворённых в исходных растворах веществ. Переместим отрезок, равный массе растворённого во втором растворе вещества, из вспомогательной системы координат в основную, отложив его от конца отрезка, равного массе растворённого вещества в первом растворе. Полученный суммарный отрезок соответствует массе растворённого вещества в третьем растворе. Остаётся восстановить из его конечной точки перпендикуляр на отрезок, характеризующий третий раствор, а из полученной точки пересечения провести перпендикуляр на ось процентов. Найденная на ней точка даёт искомый ответ задачи.

**. О т в е т:** 17%.

Каждый ученик может выбрать тот метод решения, который ему наиболее понятен, что повышает эффективность образовательного процесса.

### **Практическая работа №5** **Систематизация знаний об основных классах неорганических соединений.**

**Цель работы:** актуализировать и систематизировать знания об основных классах неорганических соединений, развивать познавательную активность учащихся, совершенствовать умения применять полученные знания при выполнении разнообразных заданий, развивать умение осуществлять самостоятельную деятельность на уроке;

**Основные понятия:** Генетические связи - это связи между разными классами, основанные на их взаимопревращениях.

**Порядок выполнения:**

**Задание 1.** Используя формулы предложенных веществ, ответьте на вопросы:

**Zn; Cu;  $AlCl_3$ ; S;  $Al_2O_3$ ; NaOH;  $SO_3$ ;  $AgNO_3$ ; Al;  $SiO_2$ ;  $Ba(OH)_2$ ; C; ZnO;  $CaSO_4$ ;  $P_2O_5$ ;  $Al(OH)_3$ ;  $CO_2$ ; CaO;  $H_2SO_4$ ; FeO;  $H_2S$ ;  $Fe_2O_3$ .**

Выберите растворимые гидроксиды, соли.

Оксиды, которые обладают основными свойствами. Составьте уравнения реакций, доказывающие их основные свойства.

Оксиды, при растворении которых образуются кислоты. Составьте уравнения реакций.

Формулы веществ, образующих полный генетический ряд: а) металла; б) неметалла. Составьте возможные уравнения реакций между веществами разных генетических рядов.

Составьте уравнения реакций, подтверждающие свойства предложенных щелочей.

**Задание 2.** Распределите предложенные вещества на основные и кислотные оксиды, основания, кислоты, соли.

**Вариант 1.**  $SO_2$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CaSO_4$ , KOH, HCl,  $Cu(NO_3)_2$ , CuO,  $CO_2$ , NaOH,  $HNO_3$ , CaO, KCl

**Вариант 2.**  $CaCO_3$ ,  $Fe(OH)_2$ ,  $Na_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $BaCl_2$ ,  $H_2SiO_3$ ,  $H_3PO_4$ , BaO,  $H_2SO_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $KNO_3$

**Вариант 3.**  $SO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $BaSO_4$ , LiOH, HCl,  $Ba(NO_3)_2$ , MgO,  $CO_2$ , NaOH,  $HNO_2$ , ZnO, NaCl

**Вариант 4.**  $Na_2CO_3$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $K_2O$ ,  $P_2O_3$ ,  $MgCl_2$ ,  $H_2SO_3$ ,  $H_3PO_4$ , ZnO,  $H_2SO_4$ ,  $FeCl_3$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $NaNO_3$

**Вариант 5.**  $Fe(OH)_2$ ,  $Na_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $H_2SO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $BaSO_4$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $Fe(OH)_2$ ,  $AlPO_4$ ,  $Be(OH)_2$ ,

**Задание 3.** Запишите недостающие формулы по аналогии:

**Группа 1.**

А)  $Na_2O$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Б) \_\_\_\_\_,  $Cu(OH)_2$ , \_\_\_\_\_

В) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  $CaCO_3$

Г)  $CO_2$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

**Группа 2.**

А)  $Li_2O$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_



Б) \_\_\_\_\_,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , \_\_\_\_\_

В) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  $\text{CuSO}_3$

Г)  $\text{SO}_2$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

### Группа 3.

А)  $\text{K}_2\text{O}$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Б) \_\_\_\_\_,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , \_\_\_\_\_

В) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Г)  $\text{SO}_3$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

### Группа 4.

А)  $\text{CaO}$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Б) \_\_\_\_\_,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ , \_\_\_\_\_

В) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  $\text{AlPO}_4$

Г)  $\text{P}_2\text{O}_5$ , \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Осуществите превращения по схеме, укажите типы реакций, назовите вещества

1.  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

2.  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

3.  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

4.  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$

5.  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeSO}_4$

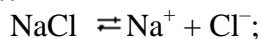
## Практическая работа №6

### Составление схем электролиза растворов и расплавов солей.

**Цель работы:** научить писать схемы электролиза растворов и расплавов солей и применять полученные знания для решения расчетных задач; продолжить формирование навыков работы с учебником, тестовыми материалами.

**Основные понятия:** Электролиз – это окислительно-восстановительный процесс, происходящий на электродах при пропускании электрического тока через расплав или раствор электролита.

**Электролиз расплава хлорида натрия:**

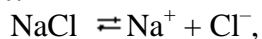


катод (–) ( $\text{Na}^+$ ):  $\text{Na}^+ + e = \text{Na}^0$ ,

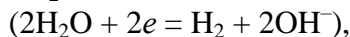
анод (–) ( $\text{Cl}^-$ ):  $\text{Cl}^- - e = \text{Cl}^0$ ,  $2\text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$ ;



**Электролиз раствора хлорида натрия:**



катод (–) ( $\text{Na}^+$ ;  $\text{H}^+$ ):  $\text{H}^+ + e = \text{H}^0$ ,  $2\text{H}^0 = \text{H}_2$



анод (+) ( $\text{Cl}^-$ ;  $\text{OH}^-$ ):  $\text{Cl}^- - e = \text{Cl}^0$ ,  $2\text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$ ;



**Порядок выполнения:** выполнить тест.

### Вариант 1

1. При электролизе раствора гидроксида калия на катоде выделяется:

а) водород; б) кислород; в) калий.

2. При электролизе раствора сульфата меди(II) в растворе образуется:

а) гидроксид меди(II);

б) серная кислота;

в) вода.

3. При электролизе раствора хлорида бария на аноде выделяется:

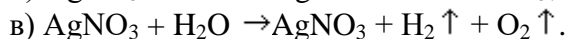
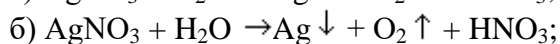
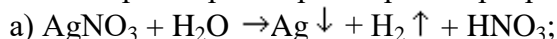
а) водород; б) хлор; в) кислород.

4. При электролизе расплава хлорида алюминия на катоде выделяется:

а) алюминий; б) хлор;

в) электролиз невозможен.

5. Электролиз раствора нитрата серебра протекает по следующей схеме:



### Вариант 2

1. При электролизе раствора гидроксида натрия на аноде выделяется:

а) натрий; б) кислород; в) водород.

2. При электролизе раствора сульфида натрия в растворе образуется:

а) сероводородная кислота;

б) гидроксид натрия;

в) вода.

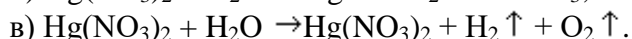
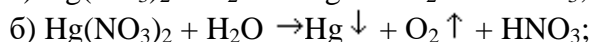
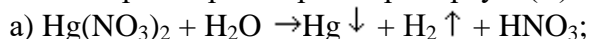
3. При электролизе расплава хлорида ртути(II) на катоде выделяется:

а) ртуть; б) хлор; в) электролиз невозможен.

4. При электролизе раствора нитрата серебра на катоде выделяется:

а) серебро; б) водород; в) кислород.

5. Электролиз раствора нитрата ртути(II) протекает по следующей схеме:



### Вариант 3

1. При электролизе раствора нитрата меди(II) на катоде выделяется:

а) медь; б) кислород; в) водород.

2. При электролизе раствора бромид лития в растворе образуется:

а) вода;

б) бромоводородная кислота;

в) гидроксид лития.

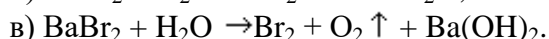
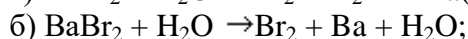
3. При электролизе расплава хлорида серебра на катоде выделяется:

а) серебро; б) хлор; в) электролиз невозможен.

4. При электролизе раствора хлорида алюминия алюминий выделяется на:

а) катоде; б) аноде; в) остается в растворе.

5. Электролиз раствора бромида бария протекает по следующей схеме:



### Вариант 4

1. При электролизе раствора гидроксида бария на аноде выделяется:

а) водород; б) кислород; в) барий.

2. При электролизе раствора йодида калия в растворе образуется:

а) йодоводородная кислота;

б) вода; в) гидроксид калия.

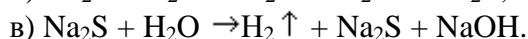
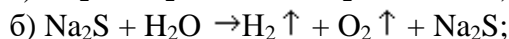
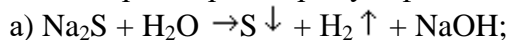
3. При электролизе расплава хлорида свинца(II) на катоде выделяется:

а) свинец; б) хлор; в) электролиз невозможен.

4. При электролизе раствора нитрата серебра на катоде выделяется:

а) серебро; б) водород; в) кислород.

5. Электролиз раствора сульфида натрия протекает по следующей схеме:



Вариант	Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5
---------	----------	----------	----------	----------	----------

1	а	б	б	а	б
2	б	б	а	а	б
3	а	в	а	в	а
4	б	в	а	а	а

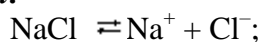
### Практическая работа №7

#### Решение расчетных задач на электролиз.

**Цель работы:** научиться рассчитывать количество веществ, выделяющихся при электролизе на электродах.

**Основные понятия:** Электролиз – это окислительно-восстановительный процесс, происходящий на электродах при пропускании электрического тока через расплав или раствор электролита.

**Электролиз расплава хлорида натрия:**

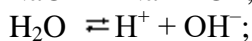
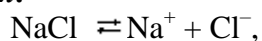


катод (–) ( $\text{Na}^+$ ):  $\text{Na}^+ + e = \text{Na}^0$ ,

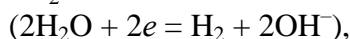
анод (–) ( $\text{Cl}^-$ ):  $\text{Cl}^- - e = \text{Cl}^0$ ,  $2\text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$ ;



**Электролиз раствора хлорида натрия:**



катод (–) ( $\text{Na}^+$ ;  $\text{H}^+$ ):  $\text{H}^+ + e = \text{H}^0$ ,  $2\text{H}^0 = \text{H}_2$



анод (+) ( $\text{Cl}^-$ ;  $\text{OH}^-$ ):  $\text{Cl}^- - e = \text{Cl}^0$ ,  $2\text{Cl}^0 = \text{Cl}_2$ ;



**Порядок выполнения:** решить задачи по образцу.

- 1.Какая масса металла выделится на катоде при электролизе расплава иодида натрия, если на аноде выделился йод массой 726 г? (138 г)
- 2.При электролизе раствора хлорида меди (II) на одном из электродов выделилась медь массой 5 г. Какое вещество и в каком объеме выделилось на другом электроде? (1, 75 л)
- 3.При электролизе водного раствора гидроксида калия с инертными электродами на катоде выделился водород объемом 11,2 л. Какой объем кислорода выделится при этом на аноде? (5,6 л)
- 4.При электролизе раствора сульфата цинка получили цинк массой 0,13г. Сколько граммов продукта реакции выделилось на другом электроде? (0,064г)
- 5.При электролизе раствора сульфата никеля на катоде получили металл массой 177г, выход которого составил 75% от теоретически возможного. Запишите уравнения процесса и рассчитайте, какой объем кислорода выделится на аноде? (34л)

**Задача 1.** При электролизе раствора хлорида меди(II) масса катода увеличилась на 8 г. Какой газ выделился, какова его масса?

*Решение*



$$\nu(\text{Cu}) = 8/64 = 0,125 \text{ моль},$$

$$\nu(\text{Cu}) = \nu(\text{Cl}_2) = 0,125 \text{ моль},$$

$$m(\text{Cl}_2) = 0,125 \cdot 71 = 8,875 \text{ г}.$$

*Ответ.* Газ – хлор массой 8,875 г.

**Задача 2.** При электролизе водного раствора нитрата серебра выделилось 5,6 л газа. Сколько граммов металла отложилось на катоде?

*Решение*

$4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{HNO}_3$ ,  
 $\nu(\text{O}_2) = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ моль}$ ,  
 $\nu(\text{Ag}) = 4 \nu(\text{O}_2) = 4 \cdot 0,25 = 1 \text{ моль}$ ,  
 $m(\text{Ag}) = 1 \cdot 107 = 107 \text{ г}$ .

### Практическая работа №8

Закрепление умений по составлению реакций соединения, разложения, замещения, обмена.

**Цель работы:** обобщить знания учащихся о классификации реакций по составу реагентов и продуктов реакции; закрепить умение составлять реакции соединения, разложения, замещения и обмена; формировать навыки работы в коллективе; развивать умение сравнивать и делать выводы.

#### Основные понятия:

**Реакции соединения** – химические реакции, в которых из двух или нескольких менее сложных по элементному составу веществ получается более сложное вещество.

**Реакции разложения** – химические реакции, в которых из одного сложного по элементному составу вещества получаются два или несколько менее сложных веществ

**Реакции замещения** – химические реакции, в которых атомы или группы атомов одного из исходных веществ замещают атомы или группы атомов в другом исходном веществе.

**Реакции обмена** – химические реакции, в которых исходные вещества как бы обмениваются своими составными частями.

Классификация по составу реагентов и продуктов реакции

Тип реакции	Примеры
Реакции соединения	Взаимодействие простых веществ: $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$ ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$ $\text{Mg} + \text{I}_2 = \text{MgI}_2$ $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
	2. Взаимодействие сложных веществ: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$
	Разложение оксидов при температуре: $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$ $2\text{SO}_3 = 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$
	Разложение кислот при температуре: $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
	Разложение н/р оснований при температуре: $\text{Cu(OH)}_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{Al(OH)}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Реакции разложения	Разложение солей при температуре: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ $2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$ $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$ $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
	Карбонаты и сульфаты щелочных металлов не разлагаются.

Реакции замещения	Металлы( щел. и щел.- зем. ) с водой: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
	Металлы с разбавл. кислотами: $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
	Металлы с солями: $\text{Cu} + \text{HgCl}_2 = \text{Hg} + \text{CuCl}_2$ (медная монета покрыта ртутью).
	Выпадение осадка: $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$
Реакции обмена	Образование газа: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	Образование слабого электролита – воды: $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ – реакция нейтрализации.

### Порядок выполнения:

Выполнить упражнения по определению типов реакций.

**Задание 1.** Составьте уравнения реакций, соответствующих следующим схемам ( по одной на тип реакции):

- а)  $\text{HgO} \longrightarrow \text{Hg} + \text{O}_2(t)$ ; б)  $\text{Li}_2\text{O} + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{Li}_2\text{SO}_3$ ; в)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \quad (t)$ ;  
 г)  $\text{Al} + \text{I}_2 \longrightarrow \text{AlI}_3$ ; д)  $\text{CuCl}_2 + \text{Fe} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$ ; е)  $\text{Mg} + \text{H}_3\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2$  ;  
 ж)  $\text{Al} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (t)$ ; и)  $\text{KClO}_3 + \text{P} \longrightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{KCl} \quad (t)$ ; к)  $\text{CuSO}_4 + \text{Al} \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu}$  ;  
 л)  $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{FeCl}_3 \quad (t)$ ; м)  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad (t)$ ; н)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuO} \longrightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

Укажите традиционный тип реакции. Отметьте окислительно-восстановительные и кислотно-основные реакции. В окислительно-восстановительных реакциях укажите, атомы каких элементов меняют свои степени окисления.

### Задание 2.

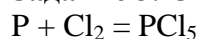
**№1.** Расставьте коэффициенты в уравнениях химических реакций, укажите типы химических реакций.

Уравнение реакции	Тип химической реакции
а) $\text{Al} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$	
б) $\text{MnO}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Mn} + \text{H}_2\text{O}$	
в) $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$	
г) $\text{HNO}_3 + \text{Fe}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$	

**№2.** Допишите уравнения реакций (вместо знака вопроса впишите необходимые формулы - формулы составляйте с использованием валентностей), расставьте коэффициенты, укажите типы химических реакций.

Уравнение реакции	Тип химической реакции
а) $\text{AgI} \longrightarrow ? + \text{I}_2$	
б) $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MgSO}_4 + ?$	
в) $\text{Al} + \text{HCl} \longrightarrow \text{AlCl}_3 + ?$	
г) $\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow ?$	

### Задание 3. Определите тип реакций.



$\text{CH}_4 = \text{C} + \text{H}_2$   
 $\text{Na} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}$   
 $\text{HCl} + \text{Mg} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$   
 $\text{ZnSO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Zn(OH)}_2$   
 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{NaCl}$   
 $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{Al(OH)}_3$   
 $\text{Fe(OH)}_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$   
 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{O} = \text{Na}_3\text{PO}_4$   
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ba(NO}_3)_2 = \text{Al(NO}_3)_3 + \text{BaSO}_4$

### Практическая работа №9

Закрепление умений по составлению ОВР, протекающих в разных средах.

**Цель работы:** углубить знания по составлению уравнений ОВР методом электронного баланса; закрепить умения по составлению уравнений ОВР, протекающих в различных средах.

**Основные понятия:** В любой ОВР один из участников – **восстановитель** отдает электроны, окисляется, то есть повышает свою степень окисления, а другой – **окислитель** принимает электроны, восстанавливается, то есть понижает степень окисления. Поэтому, если оба её участника находятся в высшей (окислители:  $\text{KMn}^{+7}\text{O}_4 + \text{HN}^{+5}\text{O}_3$ ) или низшей степени окисления (восстановители:  $\text{H}_2\text{S}^{-2} + \text{HCl}^{-1}$ ), то реакция невозможна.. Если же один из участников может повысить, а другой понизить свои степени окисления, реакция в принципе возможна ( $\text{HCl}^{-1} + \text{HN}^{+5}\text{O}_3 \rightarrow$ ). Поэтому, прежде чем написать уравнение реакции, протекающей в смеси заданных веществ, нужно ответить на следующие вопросы:

Возможна ли в принципе ОВР между данными веществами?

Если да, то установить продукты реакции.

Подобрать коэффициенты в уравнении реакции.

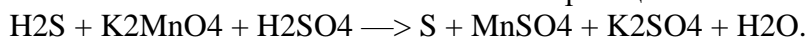
**Порядок выполнения:** Выполнить упражнения.

#### Задание1.

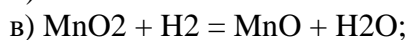
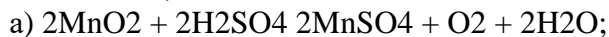
**Карточка 1.** Определите валентность и степени окисления элементов в следующих соединениях:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

В чем заключаются особенности определения степени окисления углерода в органических веществах?

**Карточка 2.** Методом электронного баланса найдите и поставьте коэффициенты в следующей схеме окислительно-восстановительной реакции:

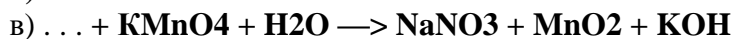
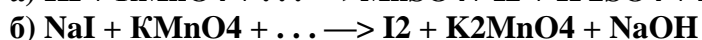


**Карточка 3.** В каких из приведенных ниже уравнений реакций  $\text{MnO}_2$  проявляет свойства окислителя, а в каких – восстановителя?



#### Задание2.

Рассмотрим ОВР, где окислителем является  $\text{KMnO}_4$ , в составе которого марганец находится в высшей степени окисления +7. Продукты восстановления  $\text{KMnO}_4$  зависят от кислотности среды: в кислой восстанавливается до  $\text{Mn}^{+2}$ , в нейтральной – до  $\text{MnO}_2$ , в щелочной – до  $\text{K}_2\text{MnO}_4$



Комментарии для проверки:

1. В приведённых ниже схемах даны продукты реакций. Укажите реагенты, составьте уравнения реакций, используя метод электронного баланса:

(учащиеся работают в парах сменного состава, затем для проверки ответ выводится на экран)

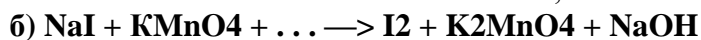


**Ответ:** т.к в результате реакции получается  $\text{Mn}^{+2}$ , следовательно процесс протекает в кислой среде с участием серной кислоты и образуется сульфат калия.

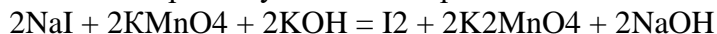


$2\text{I}^{-1} - 2\text{e} \rightarrow \text{I}_2^0$  5 - окисление, восстановитель

$\text{Mn}^{+7} + 5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$  2- восстановление, окислитель

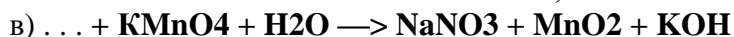


**Ответ:** т.к в результате реакции получается  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ , следовательно процесс протекает в щелочной среде с участием гидроксида калия

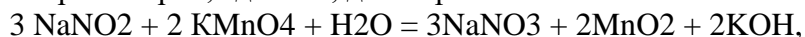


$2\text{I}^{-1} - 2\text{e} \rightarrow \text{I}_2^0$  1- окисление, восстановитель

$\text{Mn}^{+7} + 1\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{+6}$  2- восстановление, окислитель



**Ответ:** в этой реакции окислитель  $\text{KMnO}_4$  известен, легко предположить, что восстанавливается нитрит натрия, где  $\text{N}^{+3}$ , до нитрата:

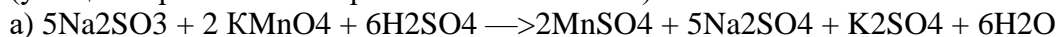


$\text{N}^{+3} - 2\text{e} \rightarrow \text{N}^{+5}$  3 - окисление, восстановитель

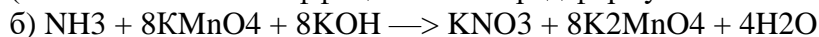
$\text{Mn}^{+7} + 3\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$  2 - восстановление, окислитель

**Задание 3. Обнаружьте и исправьте ошибки в приведённых уравнениях реакций:**

(учащиеся работают в парах сменного состава)



(ошибочно стоят коэффициенты 6 перед формулами  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ; правильные коэффициенты



(ошибочно стоят коэффициенты 8 и 4 перед формулами  $\text{KOH}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  соответственно;

**правильные коэффициенты 9 и 6)**

**Задание 4.** Напишите уравнения реакции взаимодействия между хлором и горячим раствором гидроксида калия, подберите коэффициенты методом электронного баланса. Какую функцию выполняет бром в этой реакции? Вспомните, как называется такой тип ОВР.

**Ответ:** в этой реакции хлор одновременно является и окислителем, и восстановителем; такие реакции называются самоокисление-самовосстановление (диспропорционирование).



$\text{Cl}^{0} - 5\text{e} \rightarrow \text{Cl}^{+5}$  1 – окисление, восстановитель

$\text{Cl}^{0} + 1\text{e} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$  5 – восстановление, окислитель

## Практическая работа №10

### Обобщение знаний химических свойств неметаллов и их соединений.

**Цель работы:** обобщить знание химических свойств неметаллов и их соединений, закрепить умение составлять уравнения реакций в ионной и молекулярной форме, определять окислительно-восстановительные реакции и составлять для них электронный баланс.

**Порядок выполнения:**

#### Задание №1

Написать уравнения реакции в молекулярном, ионном и сокращенном виде:



#### Задание №2

Данное стихотворение отражает генетический ряд неметаллов. Вам необходимо это стихотворение перевести на язык химии и записать уравнения соответствующих реакций (для реакций ионного обмена следует составить полные и сокращенные ионные уравнения).

Пусть эти превращения

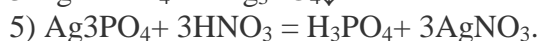
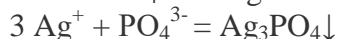
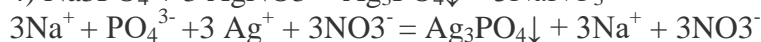
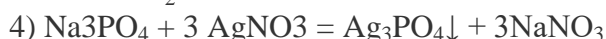
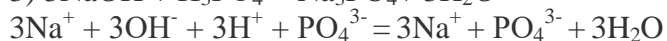
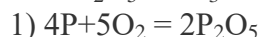
Дадут вам уравнения.

Красный фосфор я сжигаю,

К дымку воду приливаю.

Проверяю лакмусом,  
 Станет сразу красным он!  
 Добавим натрия гидроксид —  
 Цвет фиолетовый в колбе возник.  
 Потом получаю фосфат серебра,  
 Цветом - лимонная кожа.  
 Растворяю осадок желтый  
 Добавлением кислоты азотной.

**Ответ.** Генетический ряд фосфора выглядит следующим образом:



**ИЛИ**

Перевести стихотворение на язык химии и записать уравнения соответствующих реакций (для реакций ионного обмена составить полные и сокращенные ионные уравнения).

Бросим мы в костер бревно

И получим вещество.

В кислороде он горит —

Получается оксид.

А затем оксид другой,

Догадайтесь вот, какой?

Есть он в воздухе и в нас.

В лимонаде тот же газ.

Ну, а если мы прибавим

Гидроксида натрия,

То получим очень скоро

Соль такую знатную.

Станет пышным с ней пирог,

И подумать кто бы мог!

Разлагаем эту соль

Мы при нагревании.

В результате получаем

Соль с другим названием.

Сыпем кальция хлорид,

Видим изменения,

Белый порошок возник —

Признак без сомнения.

Растворяем в кислоте,

Видим пузырьки на дне,

Газ какой-то или что же,

Кто ответит верно мне?

Смело пишем на доске

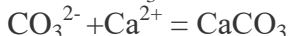
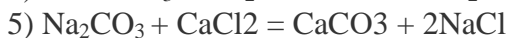
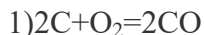
Чудо превращения.

Классы нам веществ нужны —

Все без исключения.



**Ответ.** Генетический ряд углерода выглядит следующим образом:

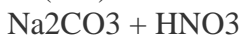
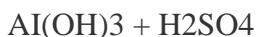
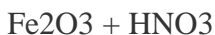


### Задание №3

С какими из перечисленных ниже веществ будет взаимодействовать раствор соляной кислоты: золото, оксид меди (II), хром, фторид серебра. Написать уравнения возможных химических реакций.

### Задание №4

Закончить уравнения химических реакций. Расставить коэффициенты:



## Практическая работа №11.

Решение расчетных задач на нахождение состава органического соединения по продуктам реакции.

**Цель работы:** Научиться находить состав органического соединения по продуктам реакции, а также одну из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции.

**Основные понятия:** Для реакций, протекающих между газообразными веществами, отношение объемов реагирующих веществ и продуктов реакции равно отношению соответствующих коэффициентов уравнения реакции. Схемы расчетов по химическим уравнениям основываются на законе сохранения массы веществ и справедливы, если в реакцию вступают абсолютно чистые вещества и их взаимодействие протекает без потерь. Однако на практике продуктов реакции всегда образуется меньше, чем должно было получиться в соответствии с расчетами. Поэтому одна из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции. Если в условии задачи даны количества обоих реагентов - это верный признак того, что какой-нибудь из них находится в избытке.

### Порядок выполнения:

#### 1. Определение химической формулы вещества по продуктам его сгорания.

Это традиционный тип задач по органической химии, родившийся еще в прошлом веке из повседневной экспериментальной практики химика-аналитика. Давайте рассмотрим методику решения таких задач.

**Задача.** При сгорании органического вещества массой 4,8 г образовалось 3,36 л  $CO_2$  (н.у.) и 5,4 г воды. Плотность паров органического вещества по водороду равна 16. Определите молекулярную формулу исследуемого вещества.

**Решение.** Продукты сгорания вещества состоят из трех элементов: углерода, водорода, кислорода. При этом очевидно, что в состав этого соединения входил весь углерод, содержащийся в  $CO_2$ , и весь водород, перешедший в воду. А вот кислород мог присоединиться во время горения из воздуха, а мог и частично содержаться в самом веществе. Для определения простейшей формулы соединения нам необходимо знать его элементный состав. Найдем количество продуктов реакции (в моль):

$$n(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) / V_M = 3,36 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 5,4 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

Следовательно, в состав исходного соединения входило 0,15 моль атомов углерода и 0,6 моль атомов водорода:  $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O})$ , так как в одной молекуле воды содержатся два атома водорода.

Вычислим их массы по формуле:

$$m = n \times M$$

$$m(\text{H}) = 0,6 \text{ моль} \times 1 \text{ г/моль} = 0,6 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 0,15 \text{ моль} \times 12 \text{ г/моль} = 1,8 \text{ г}$$

Определим, входил ли кислород в состав исходного вещества:

$$m(\text{O}) = 4,8 - (0,6 + 1,8) = 2,4 \text{ г}$$

Найдем число моль атомов кислорода:

$$n(\text{O}) = m(\text{O}) / M(\text{O}) = 2,4 \text{ г} : 16 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

Соотношение числа атомов в молекуле исходного органического соединения пропорционально их мольным долям:

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,15 : 0,6 : 0,15 = 1 : 4 : 1$$

самую маленькую из этих величин (0,15) принимаем за 1, а остальные делим на нее.

Итак, простейшая формула исходного вещества  $\text{CH}_4\text{O}$ . Однако по условию задачи требуется определить молекулярную формулу, которая в общем виде такова:  $(\text{CH}_4\text{O})_x$ . Найдем значение  $x$ . Для этого сравним молярные массы исходного вещества и его простейшей формулы:

$$x = M(\text{CH}_4\text{O})_x / M(\text{CH}_4\text{O})$$

Зная относительную плотность исходного вещества по водороду, найдем молярную массу вещества:

$$M(\text{CH}_4\text{O})_x = M(\text{H}_2) \times D(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль} \times 16 = 32 \text{ г/моль}$$

$$x = 32 \text{ г/моль} / 32 \text{ г/моль} = 1$$

Есть и второй вариант нахождения  $x$  (алгебраический):

$$12x + 4x + 16x = 32; 32x = 32; x = 1$$

**Ответ.** Формула исходного органического вещества  $\text{CH}_4\text{O}$ .

## 2. Решить задачи.

Относительная плотность паров алкена по воздуху равна 2,414. Выведите молекулярную формулу алкена.

Плотность алкена при нормальных условиях равна 1,875 г/л. Выведите молекулярную формулу алкена.

Относительная плотность паров углеводорода по водороду равна 49. Массовая доля углерода в нем равна 85,71%, массовая доля водорода равна 14,29%. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

Углеводород массой 25 г при нормальных условиях занимает объем 10 л. Массовая доля углерода в нем равна 85,71%. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

Относительная плотность паров органического вещества по водороду равна 42. При сжигании 7 г этого вещества

образуется 22 г диоксида углерода и 9 г воды. Выведите молекулярную формулу органического вещества.

Найдите формулу вещества, массовые доли элементов в котором следующие:

$$\omega(\text{C}) = 0,3871, \omega(\text{N}) = 0,4516, \omega(\text{H}) = 0,1613.$$

Определите молекулярную формулу углеводорода, который содержит 85,7% углерода и имеет плотность по водороду 21.

При сгорании 4,2 г вещества образуется 13,2 г оксида углерода(IV) и 5,4 г воды. Плотность паров этого вещества по воздуху 2,9. Определите состав молекулы углеводорода.

### Решения задач:

1. Относительная плотность паров алкена по воздуху равна 2,414. Выведите молекулярную формулу алкена.

1.

Дано	1) Рассчитаем молекулярную массу алкена
d по воздуху=2,414	M(алкана)= d * M(воздуха)=29*2,414=70
Найти МФ алкена	2) Напишем общую формулу алкена и выразим M(алкана) через общую формулу: $C_nH_{2n}$ $M(C_nH_{2n})=12n+2n=14n$
	3) Приравняем выражения из действий 1 и 2 и найдём n $14n=70$ ; n=5
	4) Подставим 5 вместо n в общую формулу $C_5H_{10}$

2. Плотность алкена при нормальных условиях равна 1,875 г/л. Выведите молекулярную формулу алкена.

2.

Дано	1) Составим пропорцию, из которой найдём молекулярную массу алкена:
$\rho=1,875 \text{ г/л}$	$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ отсюда $M = \frac{m \cdot V_m}{V} = \rho \cdot V_m$
Найти МФ алкена	2) Найдём молярную массу алкена $M = \rho \cdot V_m = 1,875 \cdot 22,4 = 42$
	3) Напишем общую формулу алкена и выразим молекулярную массу через эту формулу: $C_nH_{2n}$ $M(C_nH_{2n})=12n+2n=14n$
	4) Приравняем выражения из действий 2 и 3 и найдём n $14n=42$ ; n=3
	5) Запишем формулу циклоалкана $C_3H_6$

3. Относительная плотность паров углеводорода по водороду равна 49. Массовая доля углерода в нем равна 85,71%, массовая доля водорода равна 14,29%. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

3.

Дано	1) Рассчитаем молекулярную массу углеводорода
d по H <sub>2</sub> =49	M(углеводорода)= d * M(H <sub>2</sub> )=49*2=98
$\omega(C)=0,8571$	2) Найдём число атомов C и H по формуле $P = \frac{\omega \cdot M}{Ar}$
$\omega(H)=0,1429$	$n(C) = \frac{0,8571 \cdot 98}{12} = 7$
Найти МФ углеводорода	$n(H) = 0,1429 \cdot 98 = 14$
	3) Запишем формулу углеводорода $C_7H_{14}$

4. Углеводород массой 25 г при нормальных условиях занимает объем 10 л. Массовая доля углерода в нем равна 85,71%. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

4.

Дано	1) Составим пропорцию, из которой найдём молекулярную массу углеводорода:
$m(v-a)=25 \text{ г}$	$\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ отсюда $M = \frac{m \cdot V_m}{V}$
$V=10 \text{ л}$	2) Найдём молекулярную массу углеводорода $M = \frac{25 \cdot 22,4}{10} = 56$
$\omega(C)=0,8571$	3) Найдём число атомов C в веществе по формуле $P = \frac{\omega \cdot M}{Ar}$
Найти МФ углеводорода	$n(C) = \frac{0,8571 \cdot 56}{12} = 4$
	4) Найдём массовую долю водорода в углеводороде и вычислим число водородов: $\omega(H)=1-0,8571=0,1429$ ; $n(H)=0,1429 \cdot 56=8$
	5) Запишем формулу углеводорода $C_4H_8$

5. Относительная плотность паров органического вещества по водороду равна 42. При сжигании 7 г этого вещества образуется 22 г диоксида углерода и 9 г воды. Выведите молекулярную формулу органического вещества.

5.

Дано	1) Найдём молекулярную массу органического соединения $M = d \cdot M(H_2) = 42 \cdot 2 = 84$
d по H <sub>2</sub> =42	2) Составим уравнения для нахождения масс C, H и O
$m(v-a)=7 \text{ г}$	$\frac{x}{12} + \frac{2y}{16} + \frac{2z}{44} = \frac{7}{44}$ $x = \frac{22 \cdot 12}{44} = 6 \text{ г} - m(C)$
$m(CO_2)=22 \text{ г}$	$\frac{x}{12} + \frac{y}{16} + \frac{2z}{18} = \frac{7}{18}$ $y = \frac{2 \cdot 9}{18} = 1 \text{ г} - m(H)$
$m(H_2O)=9 \text{ г}$	$m(O) = 7 - 6 - 1 = 0 \text{ г}$
Найти МФ органического соединения	3) Составим отношение числа атомов C и H $n(C):n(H) = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} = 0,5 : 1$
	4) Запишем формулу органического соединения $CH_2$ . Сверим молекулярную массу полученного органического соединения с молекулярной массой, найденной в начале решения $M(CH_2) = 14$ не равно 84.
	Сравним, во сколько раз молекулярная масса органического соединения больше молекулярной массы вещества, которое нашли: $84:14=6$ . Умножим индексы при атомах C и H на 6. Получаем $C_6H_{12}$ .

Задача 6. Найдите формулу вещества, массовые доли элементов в котором следующие:  
 $\omega(C) = 0,3871$ ,  $\omega(N) = 0,4516$ ,  $\omega(H) = 0,1613$ .

**Дано:**  $\omega(\text{C}) = 0,3871$  (или 38,71%),  
 $\omega(\text{N}) = 0,4516$  (или 45,16%),  
 $\omega(\text{H}) = 0,1613$  (или 16,13%).

**Найти:**

$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$ .

**Решение**

$n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{N}) = 38,71/12 : 16,13/1 : 45,16/14 = 3,225:16,13:3,225 = 1:5:1$ .

Формула вещества –  $\text{CH}_5\text{N}$ .

**Задача 7.** Определите молекулярную формулу углеводорода, который содержит 85,7% углерода и имеет плотность по водороду 21.

**Дано:**

$\omega(\text{C}) = 0,857$  (или 85,7%),

$D(\text{H}_2) = 21$ .

**Найти:**

$\text{C}_x\text{H}_y$ .

**Решение**

$M(\text{C}_x\text{H}_y) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 21 \cdot 2 = 42$  г/моль.

Для  $n(\text{C}_x\text{H}_y) = 1$  моль  $m(\text{C}) = 42 \cdot 0,857 = 36$  г,

$n(\text{C}) = 36 (\text{г}) / 12 (\text{г/моль}) = 3$  моль,

$m(\text{H}) = 42 - 36 = 6$  г,

$n(\text{H}) = 6 (\text{г}) / 1 (\text{г/моль}) = 6$  моль.

Формула углеводорода –  $\text{C}_3\text{H}_6$  (пропен).

**Задача 8.** При сгорании 4,2 г вещества образуется 13,2 г оксида углерода(IV) и 5,4 г воды.

Плотность паров этого вещества по воздуху 2,9. Определите состав молекулы углеводорода.

**Дано:**

$m(\text{C}_x\text{H}_y) = 4,2$  г,

$m(\text{CO}_2) = 13,2$  г,

$m(\text{H}_2\text{O}) = 5,4$  г,

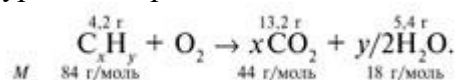
$D(\text{возд.}) = 2,9$ .

**Найти:**  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

**Решение**

$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 2,9 \cdot 29 = 84$  г/моль.

Чтобы решить задачу, составим уравнение реакции:



Найдем массу  $x$  моль  $\text{CO}_2$  и соответствующее ему количество вещества:

$m(\text{CO}_2) = 84 \cdot 13,2 / 4,2 = 264$  г,

$n(\text{CO}_2) = 264 (\text{г}) / 44 (\text{г/моль}) = 6$  моль,  $x = 6$ .

Аналогично  $m(\text{H}_2\text{O}) = 84 \cdot 5,4 / 4,2 = 108$  г,

$n(\text{H}_2\text{O}) = 108 (\text{г}) / 18 (\text{г/моль}) = 6$  моль,  $y = 12$ .

$\text{C}_6\text{H}_{12}$  – гексен.

**Практическая работа №12.**

Решение задач. Вычисление по уравнению химической реакции объемы газов по известному химическому количеству одного из веществ.

**Цель работы:** Научиться вычислять по уравнению химической реакции объемов газов по известному химическому количеству одного из веществ, а также одну из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции.

**Основные понятия:** Для реакций, протекающих между газообразными веществами, отношение объемов реагирующих веществ и продуктов реакции равно отношению соответствующих

коэффициентов уравнения реакции. Схемы расчетов по химическим уравнениям основываются на законе сохранения массы веществ и справедливы, если в реакцию вступают абсолютно чистые вещества и их взаимодействие протекает без потерь. Однако на практике продуктов реакции всегда образуется меньше, чем должно было получиться в соответствии с расчетами. Поэтому одна из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции. Если в условии задачи даны количества обоих реагентов - это верный признак того, что какой-нибудь из них находится в избытке.

#### Порядок выполнения:

#### Реакции, протекающие в газовой фазе

При проведении расчетов по уравнениям таких реакций необходимо помнить, что количественные соотношения реагирующих веществ имеют одну особенность, вытекающую из закона Авогадро, а именно:

**Для реакций, протекающих между газообразными веществами, отношение объемов реагирующих веществ и продуктов реакции равно отношению соответствующих коэффициентов уравнения реакции.**

#### Задача.

Последовательность действий	Вычислите объем (н.у.) этана, образующегося при взаимодействии этена количеством вещества 2 моль с необходимым количеством водорода
Кратко записать условие задачи	Дано: $n(\text{C}_2\text{H}_4) = 2$ моль Найти: $V(\text{C}_2\text{H}_6)$ - ?
Записать уравнение реакции, подчеркнуть формулы тех веществ, которые используются в решении	<u><math>\text{C}_2\text{H}_4</math></u> + $\text{H}_2 =$ <u><math>\text{C}_2\text{H}_6</math></u>
Записать данные задачи и искомые над формулами, под формулами – количественные характеристики, необходимые для расчетов в соответствии с уравнением	2 моль $V$ л <u><math>\text{C}_2\text{H}_4</math></u> + $\text{H}_2 =$ <u><math>\text{C}_2\text{H}_6</math></u> 1 моль 1 моль 22,4 л/моль
Определить, какое количество вещества этана образуется при вступлении в реакцию 2 моль этена	По уравнению: $1 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_4 - 1 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_6$ По условию: $2 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_4 - 2 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_6$
Найти объем этана количеством вещества 2 моль	$V(\text{C}_2\text{H}_6) = V_m \cdot n(\text{C}_2\text{H}_6)$ $V(\text{C}_2\text{H}_6) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 2 \text{ моль} = 44,8 \text{ моль}$
Сформулировать ответ	При взаимодействии этена количеством вещества 2 моль образуется этан объемом 44,8 л

#### Задача V.2.

Последовательность действий	Вычислите объем (н.у.) водорода, выделившегося при взаимодействии 40,5 г ацетиленов с металлическим натрием
-----------------------------	---

Кратко записать условие задачи	Дано: $m(\text{C}_2\text{H}_2) = 40,5 \text{ г}$ Найти: $V(\text{H}_2) - ?$
Записать уравнение реакции, подчеркнуть формулы тех веществ, которые используются в решении	<u><math>2\text{C}_2\text{H}_2</math></u> + $2\text{Na} = 2\text{C}_2\text{HNa} + \text{H}_2$
Записать данные задачи и искомые над формулами, под формулами – количественные характеристики, необходимые для расчетов в соответствии с уравнением	40,5 г X моль <u><math>2\text{C}_2\text{H}_2</math></u> + $2\text{Na} = 2\text{C}_2\text{HNa} + \underline{\text{H}_2}$ 2 моль 1 моль
Найти относительные молекулярные массы, молярные массы веществ, используемых при решении задачи	$M_r(\text{C}_2\text{H}_2) = 12 \cdot 2 + 1 \cdot 2 = 26$ $M(\text{C}_2\text{H}_2) = 26 \text{ г/моль}$
Определить, какое количество вещества ацетилена вступило в реакцию	$n(\text{C}_2\text{H}_2) = m(\text{C}_2\text{H}_2) / M(\text{C}_2\text{H}_2)$ $n(\text{C}_2\text{H}_2) = 40,5 \text{ г} / 26 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ моль}$
Определить, какое количество вещества водорода выделилось в ходе реакции	$n(\text{H}_2) = 1,6 \cdot 1/2 = 0,8 \text{ моль}$
Определить, какой объем водорода выделился в ходе реакции	$V = n \cdot V_m$ $V(\text{H}_2) = 0,8 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 17,92 \text{ л}$
Сформулировать ответ	17,92 л водорода выделится при взаимодействии 40,5 г ацетилена с металлическим натрием

#### Задача V.3.

Последовательность действий	Какой объем водорода необходим для взаимодействия с 8 моль этена при н.у.
Кратко записать условие задачи	Дано: $n(\text{C}_2\text{H}_4) = 8 \text{ моль}$ Найти: $V(\text{H}_2) - ?$
Записать уравнение реакции, подчеркнуть формулы тех веществ, которые используются в решении	<u><math>\text{C}_2\text{H}_4</math></u> + <u><math>\text{H}_2</math></u> = $\text{C}_2\text{H}_6$
Записать данные задачи и искомые над формулами, под формулами – количественные характеристики, необходимые для расчетов в соответствии с уравнением	8 моль Xл <u><math>\text{C}_2\text{H}_4</math></u> + <u><math>\text{H}_2</math></u> = $\text{C}_2\text{H}_6$ 1 моль 1 моль

Найти относительные молекулярные массы, молярные массы веществ, используемых при решении задачи	$M_r(C_2H_4) = 12 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 28$ $M(C_2H_4) = 28 \text{ г/моль}$
Определить, какое количество вещества водорода вступило в реакцию	По уравнению: $1 \text{ моль } C_2H_4 - 1 \text{ моль } H_2$ По условию: $8 \text{ моль } C_2H_4 - 8 \text{ моль } H_2$
Определить, какой объем водорода необходим для реакции	$V = n \cdot V_m$ $V(H_2) = 8 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 179,2 \text{ л}$
Сформулировать ответ	179,2 л водорода необходимо для взаимодействия с 8 моль этена при н.у.

### Задачи для самостоятельного решения.

Задача V.4. Вычислите объем (н.у.) углекислого газа, который образуется при взаимодействии пропена количеством вещества 2,5 моль с необходимым количеством кислорода

Задача V.5. Каков объем (н.у) водорода, который образуется при термическом разложении 8 моль этана

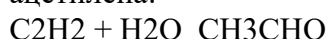
### Практическая работа №13.

#### Непредельные углеводороды. Изомеры. Гомологи.

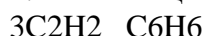
**Цель работы:** Обобщить и систематизировать знания обучающихся по химическим свойствам и способам получения непредельных углеводородов (алкенов, алкадиенов, алкинов), отработать умение выделять общие существенные свойства, на основе которых непредельные углеводороды объединяются в классы; обобщить сведения о зависимости свойств веществ от их строения; уметь составлять химические уравнения с участием непредельных углеводородов; значение именных реакций в органической химии.

#### Основные понятия:

1. Реакция Кучерова. Катализатор: соли ртути. Альдегид можно получить только из ацетилена:



2. Реакция Н.Д.Зелинского, катализатор – активированный уголь, 4000С.



3. Реакция нитрования (Реакция М.И.Коновалова, 1899) 1200С (10%-ный раствор)



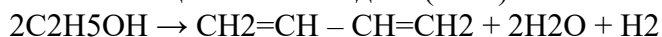
4. Декарбоксилирование солей карбоновых кислот щелочных металлов сплавление со щелочами (250-3000С)



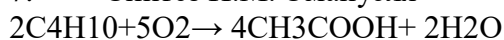
5. Синтез А. Вюрца, 1855



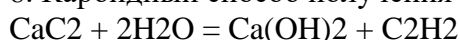
6. Реакция С.В. Лебедева (1935). Катализаторы:  $Al_2O_3, ZnO, 425C$



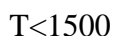
7. Синтез И.М. Эмануэля



8. Карбидный способ получения ацетилена.



9. Неполный пиролиз метана.



**Порядок выполнения:** Выполнить задания на выбор.

**Задание 1.**

**2. Укажите формулу пентена-2:**

- а)  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$ ;
- б)  $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$ ;
- в)  $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ;
- г)  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$

**3. Пропен из пропилового спирта  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$  можно получить в результате реакции:**

- а) дегидрирования;
- б) дегидратации;
- в) гидрирования;
- г) гидратации.

**4. Качественной реакцией на непредельные углеводороды является:**

- а) реакция горения;
- б) взаимодействие с водородом;
- в) реакция гидратации;
- г) обесцвечивание бромной воды.

**5. Этилен можно получить из этана в результате реакции:**

- а) дегидрирования;
- б) дегидратации;
- в) гидрирования;
- г) гидратации

**Задание 2.** Выбрать правильные варианты ответа и написать уравнения реакций.

1.) При реакции  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2$  ----- не может получиться

- А)  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$
- Б)  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CBr}-\text{CH}_3$
- В)  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$
- Г)  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}=\text{CH}_2$

При дегидрогалогенировании 2,3-дибромбутана образуется:

- А) бутадиен – 1,3
- Б) бутадиен – 1,2
- В) бутин – 1
- Г) бутин – 2

При гидрировании этилена получится:

- А) ацетилен
- Б) этан
- В) метан
- Г) этен

В реакции дегидратации бутанола – 2 образуется

- А) бутан
- Б) бутен – 1
- В) бутен – 2
- Г) бутин – 2

3. Практическое значение именных реакций в органической химии и способов получения различных непредельных углеводородов.

- 1) Реакция Кучерова
- 2) Реакция Зелинского
- 3) Реакция Коновалова
- 4) Декарбоксилирование солей карбоновых кислот.
- 5) Синтез Вюрца
- 6) Способ Лебедева
- 7) Синтез Эмануэля



8) Карбидный способ получения ацетилена.

9) Неполный пиролиз метана.

**Задание 3.**

1. Общая формула непредельных углеводородов ряда этилена:

$C_nH_{2n}$  2)  $C_nH_{2n+2}$  3)  $C_nH_{2n-2}$  4)  $C_nH_{2n-6}$

2. Гомолог этина:

1)  $C_8H_{16}$  2)  $C_5H_8$  3)  $C_4H_{10}$  4)  $C_6H_6$

3. Установите соответствие между формулой алкена его названием.

Формула алкена

Название алкена

А.  $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$

Б.  $CH_2 = CH(CH_3) - CH_3$

В.  $CH_3 - CH(CH_3) - C(CH_3) = CH_2$

Г.  $CH_2 = CH - C(CH_3)_2 - CH_2 - CH_3$

1. 3,3-диметилпентен - 1

2. 2,3-диметилбутен - 3

3. 2,3-диметилбутен - 1

4. пентен - 2

5. 3,3- диметилпентен - 4

6. 2- метилпропен

4. **Составьте уравнение реакции:**

А) гидрирования ацетилена;

Б) хлорирования пропена.

**Задание 3/2.**

1. Общая формула непредельных углеводородов ряда ацетилена:

$C_nH_{2n}$  2)  $C_nH_{2n+2}$  3)  $C_nH_{2n-2}$  4)  $C_nH_{2n-6}$

2. Гомолог этена:

1)  $C_8H_{16}$  2)  $C_5H_8$  3)  $C_4H_{10}$  4)  $C_6H_6$

3. Данными формулами представлено веществ:

$CH_3 - CH(CH_3) - CH = CH - CH_3$

$CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 = CH_2$

$CH_3 - CH = CH - CH(CH_3) - CH_3$

$CH_2(CH_3) - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$

5 2) 3 3) 4 4) 2

3. Установите соответствие между формулой алкена его названием.

Формула алкена

Название алкена

А.  $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH - CH_3$

Б.  $CH_2 = CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$

В.  $CH_3 - CH = CH(CH_3) - CH_3$

Г.  $CH_2 = CH - C(CH_3) - CH(CH_3) - CH_3$

1. 3-метилбутен - 2

2. 2,3-диметилпентен - 3

3. 2-метилбутен - 2

4. гексен - 2

5. 3,4- диметилпентен - 1

6. 2- метилбутен -1

**Составьте уравнение реакции:**

А) полимеризации этена;

Б) бромирования пропена

**5. Выбери правильный ответ .**

1. Тип гибридизации атомов углерода в соединении  $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ :  
 $\text{sp}^3$ ,  $\text{sp}^2$  3)  $\text{sp}$ ,  $\text{sp}^3$  3)  $\text{sp}$ ,  $\text{sp}^2$  4)  $\text{sp}^2$
2. Гомологом вещества, формула которого  $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ , является:  
 $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$  3)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$   
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  4)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3$
3. Вещество  $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$ ,

называется:

3 - метил, 4 - метил, 5- метилгексин -1

3,4,5 - триметилгексин- 1

нонин-1

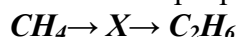
2,3,4 – триметилгексинтин -5

4. Вещество, с которым реагирует пропин:

азот 3) углекислый газ

хлороводород 4) гидроксид натрия

5. В схеме превращений



веществом «X» является:

этан 3) этилен

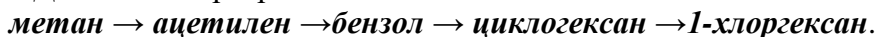
ацетилен 4) этил

6. Для алкинов характерны реакции:

присоединения 3) замещения

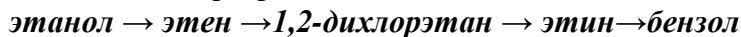
полимеризации 4) дегидрирования

7. Дана схема превращений:



Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения

8. Дана схема превращений:



Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

### Практическая работа №14

Решение расчетных задач на выход продукта реакции от теоретического.

**Цель работы:** Научиться находить состав органического соединения по продуктам реакции, а также одну из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции.

**Основные понятия:** Схемы расчетов по химическим уравнениям основываются на законе сохранения массы веществ и справедливы, если в реакцию вступают абсолютно чистые вещества и их взаимодействие протекает без потерь. Однако на практике продуктов реакции всегда образуется меньше, чем должно было получиться в соответствии с расчетами. Поэтому одна из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции. Если в условии задачи даны количества обоих реагентов - это верный признак того, что какой-нибудь из них находится в избытке.

**Порядок выполнения:**

#### 1. Задачи на выход продукта.

Схемы расчетов по химическим уравнениям основываются на законе сохранения массы веществ и справедливы, если в реакцию вступают абсолютно чистые вещества и их взаимодействие протекает без потерь. Однако на практике продуктов реакции всегда образуется меньше, чем должно было получиться в соответствии с расчетами. Поэтому одна из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции  $h$ :

$$h = \{m_{\text{практ}} (V_{\text{практ}}; n_{\text{практ}}) : m_{\text{теор}} (V_{\text{теор}}; n_{\text{теор}})\} \times 100\%,$$

где  $m_{\text{практ}} (V_{\text{практ}}; n_{\text{практ}})$  - масса, объем или количество вещества-продукта, получившегося

практически, а  $m_{\text{теор}}$  ( $V_{\text{теор}}$ ;  $n_{\text{теор}}$ ) - масса, объем или количество вещества-продукта, рассчитанное теоретически (по уравнению реакции).

**Задача.** В лабораторной установке из 120 л ацетилен (н.у.) получили 60 г бензола. Найдите практический выход бензола.

**Решение.**



$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = V(\text{C}_2\text{H}_2) / V_M = 120 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 5,35 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_6)_{\text{теор}} = 1/3 \times n(\text{C}_2\text{H}_2) = 1/3 \times 5,35 \text{ моль} = 1,785 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_6)_{\text{практ}} = m(\text{C}_6\text{H}_6) / M(\text{C}_6\text{H}_6) = 60 \text{ г} : 78 \text{ г/моль} = 0,77 \text{ моль}$$

$$h = (n_{\text{практ}} : n_{\text{теор}}) \times 100\% = (0,77 : 1,785) \times 100\% = 43\%$$

**Ответ.** 43%.

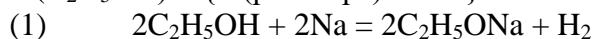
### 3. Реакции, в которых один из реагентов взят в избытке

**Задача.** Какой объем водорода (н.у.) получится при взаимодействии 2 моль металлического натрия с 96%-ным (по массе) раствором этанола в воде ( $V = 100$  мл, плотность  $d = 0,8$  г/мл).

**Решение.** В условии задачи даны количества обоих реагентов - это верный признак того, что какой-нибудь из них находится в избытке. Найдем массу этанола, введенного в реакцию:

$$m(\text{раствора}) = V \times d = 100 \text{ мл} \times 0,8 \text{ г/мл} = 80 \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \{m(\text{раствора}) \times w\%\} : 100\% = 80 \text{ г} \times 0,96 = 76,8 \text{ г}$$



на 2 моль этанола -- 2 моль натрия -- 1 моль водорода

Найдем заданное количество этанола в моль:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) / M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 76,8 \text{ г} : 46 \text{ г/моль} = 1,67 \text{ моль}$$

Поскольку заданное количество натрия составляло 2 моль, натрия в нашей задаче присутствует в избытке. Поэтому объем выделенного водорода будет определяться количеством этанола:

$$n_1(\text{H}_2) = 1/2 n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1/2 \times 1,67 \text{ моль} = 0,835 \text{ моль}$$

$$V_1(\text{H}_2) = n_1(\text{H}_2) \times V_M = 0,835 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 18,7 \text{ л}$$

Но это еще не окончательный ответ. **Будьте внимательны!**

Вода, содержащаяся в растворе спирта, тоже реагирует с натрием с выделением водорода.

Найдем массу воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \{m(\text{раствора}) \times w\%\} : 100\% = 80 \text{ г} \times 0,04 = 3,2 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 3,2 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,178 \text{ моль}$$



на 2 моль воды -- 2 моль натрия -- 1 моль водорода

Количество натрия, оставшееся неизрасходованным после реакции с этанолом, составит:

$$n(\text{Na, остаток}) = 2 \text{ моль} - 1,67 \text{ моль} = 0,33 \text{ моль}$$

Таким образом, и по сравнению с заданным количеством воды (0,178 моль) натрия все равно оказывается в избытке.

Найдем количество и объем водорода, выделившегося по реакции (2):

$$n_2(\text{H}_2) = 1/2 n(\text{H}_2\text{O}) = 1/2 \times 0,178 \text{ моль} = 0,089 \text{ моль}$$

$$V_2(\text{H}_2) = n_2(\text{H}_2) \times V_M = 0,089 \text{ моль} \times 22,4 \text{ л/моль} = 1,99 \text{ л}$$

Общий объем водорода:

$$V(\text{H}_2) = V_1(\text{H}_2) + V_2(\text{H}_2) = 18,7 \text{ л} + 1,99 \text{ л} = 20,69 \text{ л}$$

**Ответ:**  $V(\text{H}_2) = 20,69 \text{ л}$

Задание 2.

**Первый тип задач – Известны масса (объем) исходного вещества и масса (объем) продукта реакции. Необходимо определить выход продукта реакции в %.**

**Задача 1.** При взаимодействии магния массой 1,2 г с раствором серной кислоты получили соль массой 5,5 г. Определите выход продукта реакции (%).

**Второй тип задач – Известны масса (объем) исходного вещества (реагента) и выход (в %) продукта реакции. Необходимо найти практическую массу (объем) продукта реакции.**

Задача 2. Вычислите массу карбида кальция, образовавшегося при действии угля на оксид кальция массой 16,8 г, если выход составляет 80%.

**Третий тип задач – Известны масса (объём) практически полученного вещества и выход этого продукта реакции. Необходимо вычислить массу (объём) исходного вещества.**

Задача 3. Карбонат натрия взаимодействует с соляной кислотой. Вычислите, какую массу карбоната натрия нужно взять для получения оксида углерода (IV) объёмом 28,56 л (н. у.). Практический выход продукта 85%.

**Известны масса (объём) исходного вещества и масса (объём) продукта реакции. Необходимо определить выход продукта реакции в %.**

## ОТВЕТЫ,

Задача 1. При взаимодействии магния массой 1,2 г с раствором серной кислоты получили соль массой 5,5 г. Определите выход продукта реакции (%).

1. Записываем краткое условие задачи

Дано:

$$m(\text{Mg}) = 1,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{практическая}}(\text{MgSO}_4) = 5,5 \text{ г}$$

---

Найти: =?

2. Запишем УХР. Расставим коэффициенты.

Под формулами (из дано) напомним стехиометрические соотношения, отображаемые уравнением реакции.

3. Находим по ПСХЭ молярные массы подчёркнутых веществ

$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 24 + 32 + 4 \cdot 16 = 120 \text{ г/моль}$$

4. Находим количество вещества реагента по формулам

$$\nu(\text{Mg}) = 1,2 \text{ г} / 24(\text{г/моль}) = 0,05 \text{ моль}$$

5. По УХР вычисляем теоретическое количество вещества ( $\nu_{\text{теор}}$ ) и теоретическую массу ( $m_{\text{теор}}$ ) продукта реакции

$$m = \nu \cdot M$$

$$m_{\text{теор}}(\text{MgSO}_4) = M(\text{MgSO}_4) \cdot \nu_{\text{теор}}(\text{MgSO}_4) =$$

$$= 120 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 6 \text{ г}$$

6. Находим массовую (объёмную) долю выхода продукта по формуле

$$(\text{MgSO}_4) = (5,5 \text{ г} \cdot 100\%) / 6 \text{ г} = 91,7\%$$

Ответ: Выход сульфата магния составляет 91,7% по сравнению с теоретическим

**Второй тип задач – Известны масса (объём) исходного вещества (реагента) и выход (в %) продукта реакции. Необходимо найти практическую массу (объём) продукта реакции.**

Задача 2. Вычислите массу карбида кальция, образовавшегося при действии угля на оксид кальция массой 16,8 г, если выход составляет 80%.

1. Записываем краткое условие задачи

Дано:

$$m(\text{CaO}) = 16,8 \text{ г}$$

$$\eta = 80\% \text{ или } 0,8$$

---

Найти:

$$m_{\text{практ}}(\text{CaC}_2) = ?$$

2. Запишем УХР. Расставим коэффициенты.

Под формулами (из дано) напомним стехиометрические соотношения, отображаемые уравнением реакции.

3. Находим по ПСХЭ молярные массы подчёркнутых веществ

$$M(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CaC}_2) = 40 + 2 \cdot 12 = 64 \text{ г/моль}$$

4. Находим количество вещества реагента по формулам

$$\nu(\text{CaO}) = 16,8 \text{ (г)} / 56 \text{ (г/моль)} = 0,3 \text{ моль}$$

5. По УХР вычисляем теоретическое количество вещества ( $\nu_{\text{теор}}$ ) и теоретическую массу ( $m_{\text{теор}}$ ) продукта реакции

6. Находим массовую (объёмную) долю выхода продукта по формуле

$$m_{\text{практич}}(\text{CaC}_2) = 0,8 \cdot 19,2 \text{ г} = 15,36 \text{ г}$$

Ответ:  $m_{\text{практич}}(\text{CaC}_2) = 15,36 \text{ г}$

**Третий тип задач – Известны масса (объём) практически полученного вещества и выход этого продукта реакции. Необходимо вычислить массу (объём) исходного вещества.**

Задача 3. Карбонат натрия взаимодействует с соляной кислотой. Вычислите, какую массу карбоната натрия нужно взять для получения оксида углерода (IV) объёмом 28,56 л (н. у.).

Практический выход продукта 85%.

1. Записываем краткое условие задачи

Дано: н. у.

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$V_{\text{практич}}(\text{CO}_2) = 28,56 \text{ л}$$

$$\eta = 85\% \text{ или } 0,85$$

---

Найти:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

2. Находим по ПСХЭ молярные массы веществ, если это необходимо

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 106 \text{ г/моль}$$

3. Вычисляем теоретически полученный объём (массу) и количество вещества продукта реакции, используя формулы:

$$V_{\text{теоретич}}(\text{CO}_2) =$$

$$= 28,56 \text{ л} / 0,85 = 33,6 \text{ л}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 33,6 \text{ (л)} / 22,4 \text{ (л/моль)} = 1,5 \text{ моль}$$

4. Запишем УХР. Расставим коэффициенты.

Под формулами (из дано) напомним стехиометрические соотношения, отображаемые уравнением реакции.

5. Находим количество вещества реагента по УХР

По УХР:

, следовательно

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{CO}_2) = 1,5 \text{ моль}$$

5. Определяем массу (объём) реагента по формуле:

$$m = \nu \cdot M$$

$$V = \nu \cdot V_m \quad m = \nu \cdot M \quad m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль} \cdot 1,5 \text{ моль} = 159 \text{ г}$$

**Домашнее задание:**

Решите 2 задачи:

№1. При взаимодействии натрия количеством вещества 0,5 моль с водой получили водород объёмом 4,2 л (н. у.). Вычислите практический выход газа (%).

№2. Металлический хром получают восстановлением его оксида  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  металлическим алюминием. Вычислите массу хрома, который можно получить при восстановлении его оксида массой 228 г, если практический выход хрома составляет 95 %.

№3. Определите, какая масса мели вступит в реакцию с концентрированной серной кислотой для получения оксида серы (IV) объёмом 3 л (н.у.), если выход оксида серы (IV) составляет 90%.

№4. К раствору, содержащему хлорид кальция массой 4,1 г, прилили раствор, содержащий фосфат натрия массой 4,1 г. Определите массу полученного осадка, если выход продукта реакции составляет 88 %.

1. Для окисления оксида серы (IV) взяли 112 л (н.у.) кислорода и получили 760 г оксида серы (VI). Чему равен выход продукта в процентах от теоретически возможного?
2. При взаимодействии азота и водорода получили 95 г аммиака  $\text{NH}_3$  с выходом 35%. Какие объемы азота и водорода были взяты для реакции?
3. 64,8 г оксида цинка восстановили избытком углерода. Определите массу образовавшегося металла, если выход продукта реакции равен 65%.

### Практическая работа №15

#### Решение задач. Расчет объемных отношений газообразных веществ по химическим уравнениям.

**Цель работы:** Научиться вычислять по уравнению химической реакции объемы газов по известному химическому количеству одного из веществ.

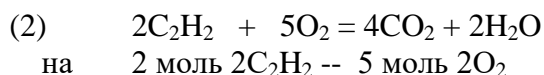
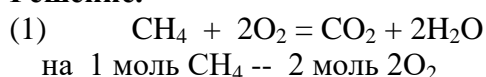
**Основные понятия:** Схемы расчетов по химическим уравнениям основываются на законе сохранения массы веществ и справедливы, если в реакцию вступают абсолютно чистые вещества и их взаимодействие протекает без потерь. При проведении расчетов по уравнениям таких реакций необходимо помнить, что количественные соотношения реагирующих веществ имеют одну особенность, вытекающую из закона Авогадро, а именно:

Для реакций, протекающих между газообразными веществами, отношение объемов реагирующих веществ и продуктов реакции равно отношению соответствующих коэффициентов уравнения реакции.

#### Порядок выполнения:

**Задача.** Какой объем воздуха (н.у.) потребуется для сжигания смеси, состоящей из 5 л метана и 15 л ацетилена?

#### Решение.



Объем кислорода, который пойдет на сжигание заданного объема метана  $V_1(\text{O}_2)$  и ацетилена  $V_2(\text{O}_2)$ , составит:

$$V_1(\text{O}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 2 \times 5 = 10 \text{ л}$$

$$V_2(\text{O}_2) = 5/2 V(\text{C}_2\text{H}_2) = 5/2 \times 15 = 37,5 \text{ л}$$

$$V(\text{O}_2) = V_1(\text{O}_2) + V_2(\text{O}_2) = 10 \text{ л} + 37,5 \text{ л} = 47,5 \text{ л}$$

Отсюда рассчитаем объем воздуха на сжигание (содержание кислорода в воздухе принимаем равным 21% по объему):

$$V(\text{воздуха}) = V(\text{O}_2) : 0,21 = 47,5 \text{ л} : 0,21 = 226 \text{ л}$$

**Ответ.**  $V(\text{воздуха}) = 226 \text{ л}$

#### Задачи для самостоятельного решения.

Вычислите объем углекислого газа (н.у.), выделившегося при взаимодействии 56 г кислорода с толуолом

Найдите объем водорода (н.у.), выделившегося при дегидрировании 36 г метилциклогексана

Какой объем водорода (н.у.) понадобится для взаимодействия с 2 моль метаналя

Напишите уравнение реакции фотосинтеза. Какой объем кислорода выделится, если для реакции затрачено 6 моль воды

Рассчитайте, какой объем кислорода (н.у.) необходим для полного сгорания : а) 5 моль этана, б) 8 моль этилена, в) 13 моль ацетилена

## Практическая работа №16

Нахождение практического выхода продукта реакции (решение типовых задач).

**Цель работы:** Научиться находить состав органического соединения по продуктам реакции, а также одну из важнейших характеристик химико-технологического процесса - практический выход продукта реакции.

**Порядок выполнения:**

**Три типа задач** с понятием “выход продукта”:

1. Даны массы *исходного вещества* и *продукта реакции*. Определить выход продукта.
2. Даны массы *исходного вещества* и *выход продукта реакции*. Определить массу продукта.
3. Даны массы *продукта* и *выход продукта*. Определить массу исходного вещества.

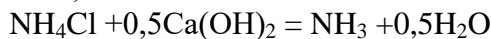
**Задачи для обсуждения.**

1. Вычислите объем аммиака, который можно получить, нагревая 20г хлорида аммония с избытком гидроксида кальция, если объемная доля выхода аммиака составляет 98%.

Решение:



20 X, 98%



53,5 22,4

1) Рассчитаем теоретический выход

$$20/53,5 = X/22,4; X = 8,37\text{л (это теоретический выход)}$$

2) Рассчитаем практический выход

$$V(\text{практического}) = V(\text{теоретического}) / \text{выход продукта} \cdot 100\%$$

$$V(\text{практического}) = 8,37\text{л} \cdot 98\% / (\text{делим на } 100\%) = 8,2\text{л}$$

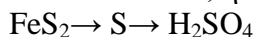
Ответ: 8,2 л NH<sub>3</sub>

2. Из 320г сернистого колчедана, содержащего 45% серы, было получено 405г серной кислоты (расчет на безводную кислоту). Вычислите массовую долю выхода серной кислоты.

Решение:

Составим схему производственного получения серной кислоты

320г 45% 405г, η-?



32г 98г

1) Рассчитаем долю серы в колчедане

$$\omega = \frac{320\text{г} \times 45\%}{100\%} = 144\text{г}$$

2) Рассчитаем теоретический выход серной кислоты

$$\frac{144}{32} = \frac{X}{98}; X = 441\text{г}$$

3) Рассчитаем выход продукта в процентах

$$\eta = \frac{405\text{г}}{441\text{г}} \times 100\%; \eta = 91,84\% \text{ или } 92\%$$

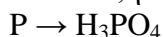
Ответ: 92%

3. Вычислите массу фосфора необходимую для получения 200 кг фосфорной кислоты, если массовая доля выхода продукта составляет 90%.

Решение:

Составим схему производственного получения фосфорной кислоты

X 200кг, η=90%



31кг 98кг

1) Рассчитаем массу теоретического выхода фосфорной кислоты

$$m_{\text{т}} = \frac{m_{\text{пр}} \times 100\%}{\eta}; \quad m_{\text{т}} = \frac{200 \times 100\%}{90\%}; \quad m_{\text{т}} = 222,2 \text{ кг}$$

2) Рассчитаем массу фосфора

$$\frac{X}{31} = \frac{222,2}{98}; \quad X = 70,25 \text{ кг}$$

Ответ: 70,3 кг

Решите задачи:

1. При сжигании железа в сосуде, содержащем 21,3 г хлора, было получено 24,3 г хлорида железа (III). Рассчитайте выход продукта реакции.
2. Над 16 г серы пропустили водород при нагревании. Определите объем (н.у.) полученного сероводорода, если выход продукта реакции составляет 85% от теоретически возможного.
3. Какой объем оксида углерода (II) был взят для восстановления оксида железа (III), если получено 11,2 г железа с выходом 80% от теоретически возможного.
4. Для окисления оксида серы (IV) взяли 112 л (н.у.) кислорода и получили 760 г оксида серы (VI). Чему равен выход продукта в процентах от теоретически возможного?
5. При взаимодействии азота и водорода получили 95 г аммиака  $\text{NH}_3$  с выходом 35%. Какие объемы азота и водорода были взяты для реакции?
6. 64,8 г оксида цинка восстановили избытком углерода. Определите массу образовавшегося металла, если выход продукта реакции равен 65%.

### Практическая работа №17

Изучение химических свойств углеводов, проведение качественных реакций.

**Цель работы:** познакомить учащихся с классификацией углеводов, с особенностями их строения, со свойствами углеводов, с биологической ролью и применением углеводов.

**Основные понятия:**

**Углеводы** – органические вещества, молекулы которых состоят из атомов углерода, водорода и кислорода, причём водород и кислород находятся в них, как правило, в таком же соотношении, как и в молекуле воды (2:1).

**Общая формула углеводов** –  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$ .



Главными источниками углеводов из пищи являются: хлеб, картофель, макароны, крупы, сладости. Чистым углеводом является сахар. Мёд, в зависимости от своего происхождения, содержит 70—80 % сахара. К углеводной группе, кроме того, примыкают и плохо перевариваемые человеческим организмом клетчатка и пектины.

Из всех потребляемых человеком пищевых веществ углеводы, несомненно, являются главным источником энергии. В среднем на их долю приходится от 50 до 70% калорийности дневных рационов. Несмотря на то, что человек потребляет значительно больше углеводов, чем жиров и белков, их резервы в организме невелики. Это означает, что снабжение ими организма должно быть регулярным.

**Потребности в углеводах в очень большой степени зависят от энергетических затрат организма.** В среднем у взрослого мужчины, занятого преимущественно умственным или легким физическим трудом, суточная потребность в углеводах колеблется от 300 до 500 г. У работников физического труда и спортсменов она значительно выше. В отличие от белков и в известной степени жиров, количество углеводов в рационах питания без вреда для здоровья



может быть существенно снижено. Тем, кто хочет похудеть, стоит обратить на это внимание: углеводы имеют главным образом энергетическую ценность. При окислении 1 г углеводов в организме освобождается 4,0 – 4,2 ккал. Поэтому за их счет легче всего регулировать калорийность питания.

### **Обмен углеводов в организме человека и животных**

Ротовая полость (растворение под действием ферментов слюны амилазы)- 12-перстная кишка )ферменты поджелудочной железы)- всасывание в тонком кишечнике глюкозы в кровь.

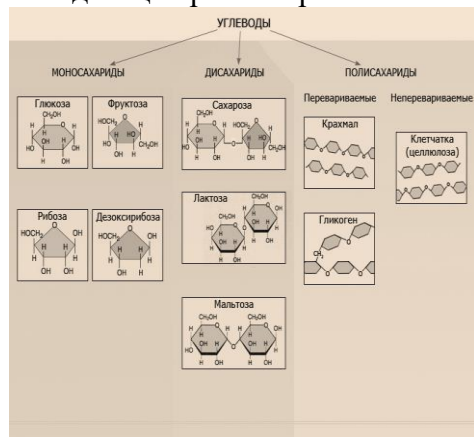
**Углеводы** (сахариды) — общее название обширного класса природных органических соединений. Название происходит от слов «уголь» и «вода». Причиной этого является то, что первые из известных науке углеводов описывались брутто-формулой  $C_x(H_2O)_y$ , формально являясь соединениями углерода и воды. Общую формулу моносахаридов можно написать как  $C_n(H_2O)_n$ . По своей химической природе они представляют собой альдегидоспирты или кетоспирты. В живых организмах наиболее распространены сахара с 5-ю (пентозы) и с 6-ю (гексозы) атомами углерода.

По способности к гидролизу на мономеры углеводы делятся на группы:

1. простые (моносахариды)
2. олигосахариды
3. сложные ( полисахариды).

Сложные углеводы, в отличие от простых, способны гидролизоваться с образованием простых углеводов, мономеров. Простые углеводы легко растворяются в воде и синтезируются в зелёных растениях. Кроме небольших молекул, в клетке встречаются и крупные, они являются полимерами. Полимеры — это сложные молекулы, состоящие из отдельных «звеньев», соединенных друг с другом. Такие «звенья» называются мономерами. Такие вещества, как крахмал, целлюлоза и хитин, являются полисахаридами — биологическими полимерами, состоящими из ковалентно соединенных звеньев — моносахаридов.

К моносахаридам относятся глюкоза и фруктоза, придающие сладость фруктам и ягодам. Пищевой сахар сахароза состоит из ковалентно присоединенных друг к другу глюкозы и фруктозы. Подобные сахарозе соединения называются дисахаридами. Поли-, ди- и моносахариды называют общим термином — углеводы. К углеводам относятся соединения, обладающие разнообразными и часто совершенно различными свойствами.



### **В организме углеводы выполняют ряд важных функций.**

#### **1. Энергетическая функция**

При распаде и окислении углеводов выделяется энергия, которую организм использует для своих нужд. В среднем при окислении 1 г углеводов выделяется 4,1 килокалории (17,6 кДж) и 0,4 г воды. Для многих клеток человека (например, клеток мозга и мышц) глюкоза, приносимая кровью, служит главным источником энергии. Крахмал и очень похожее на него вещество животных клеток — гликоген — являются полимерами глюкозы, они служат для запасаания ее внутри клетки

#### **2. Структурная функция,** то есть участвуют в построении разных клеточных структур.

Полисахарид целлюлоза образует клеточные стенки растительных клеток, отличающиеся твердостью и жесткостью, она – один из главных компонентов древесины. Другими компонентами являются гемицеллюлоза, также принадлежащая к полисахаридам, и лигнин (он имеет не углеводную природу). Хитин тоже выполняет структурные функции. Хитин выполняет опорную и защитную функции. Клеточные стенки большинства бактерий состоят из пептидогликана муреина – в состав этого соединения входят остатки как моносахаридов, так и аминокислот.

Углеводы выполняют защитную роль у растений (клеточные стенки, состоящие из клеточных стенок мертвых клеток защитные образования — шипы, колючки и др.).

Углеводы выполняют пластическую функцию — хранятся в виде запаса питательных веществ, а также входят в состав сложных молекул (например, пентозы (рибоза и дезоксирибоза) участвуют в построении АТФ, ДНК и РНК).

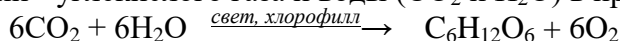
Общая формула глюкозы –  $C_6H_{12}O_6$ , это альдегидоспирт. Глюкоза содержится во многих фруктах, соках растений и цветочном нектаре, а также в крови человека и животных.

Содержание глюкозы в крови поддерживается на определенном уровне (0,65–1,1 г на л). Если искусственно снизить его, то клетки мозга начинают испытывать острое голодание, которое может закончиться обмороком, комой и даже смертельным исходом. Длительное повышение содержания глюкозы в крови тоже отнюдь не полезно: при этом развивается заболевание сахарный диабет.

Млекопитающие, и человек в том числе, могут синтезировать глюкозу из некоторых аминокислот и продуктов расщепления самой глюкозы – например, молочной кислоты. Они не умеют получать глюкозу из жирных кислот, в отличие от растений и микробов.

### УГЛЕВОДЫ

Углеводы входят в состав клеток и тканей всех растительных и животных организмов и по массе составляют основную часть органического вещества на Земле. На долю углеводов приходится около 80% сухого вещества растений и около 20% животных. Растения синтезируют углеводы из неорганических соединений - углекислого газа и воды ( $CO_2$  и  $H_2O$ ) в процессе фотосинтеза:



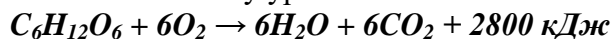
Углеводы имеют общую формулу  $C_n(H_2O)_m$ , откуда и возникло название этих природных соединений. Углеводы делятся на: моносахариды (важнейшие представители – глюкоза и фруктоза); дисахариды (сахароза); полисахариды (важнейшие представители – крахмал и целлюлоза).

#### Пищевые продукты, насыщенные углеводами

Глюкоза  $C_6H_{12}O_6$  – наиболее важный из всех моносахаридов, так как она является структурной единицей большинства пищевых ди- и полисахаридов. В процессе обмена веществ они расщепляются на отдельные молекулы моносахаридов, которые в ходе многостадийных химических реакций превращаются в другие вещества и в конечном итоге окисляются до углекислого газа и воды – используются как «топливо» для клеток. Глюкоза – необходимый компонент обмена **углеводов**. При снижении ее уровня в крови или высокой концентрации и невозможности использования, как это происходит при диабете, наступает сонливость, может наступить потеря сознания (гипогликемическая кома). Она содержится в плодах и ягодах и необходима для снабжения энергией и образования в печени гликогена (запасной углевод человека и животных).

Особенно её много в виноградном соке, поэтому глюкозу иногда называют виноградным сахаром. Мёд в основном состоит из смеси глюкозы с фруктозой.

Глюкоза является ценным питательным продуктом. В организме она подвергается сложным биохимическим превращениям, в результате которых образуется диоксид углерода и вода, при этом выделяется энергия согласно итоговому уравнению:



Так как глюкоза легко усваивается организмом, её используют в медицине в качестве укрепляющего лечебного средства при явлениях сердечной слабости, шоке, она входит в состав

кровозаменяющих и противошоковых жидкостей. Широко применяют глюкозу в кондитерском деле (изготовление мармелада, карамели, пряников и т. д.), в текстильной промышленности в качестве восстановителя, в качестве исходного продукта при производстве аскорбиновой кислоты, для синтеза ряда производных сахаров и т.д. Большое значение имеют процессы брожения глюкозы. Так, например, при квашении капусты, огурцов, молока происходит молочнокислое брожение глюкозы, так же как и при силосовании кормов. Если подвергаемая силосованию масса недостаточно уплотнена, то под влиянием проникшего воздуха происходит маслянокислое брожение и корм становится непригоден к применению. На практике используется также спиртовое брожение глюкозы, например при производстве пива.

#### Применение глюкозы

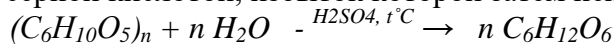
**Фруктоза  $C_6H_{12}O_6$**  является одним из самых распространенных **углеводов** фруктов, содержится в мёде. В отличие от глюкозы она может без участия инсулина проникать из крови в клетки тканей. По этой причине фруктоза рекомендуется в качестве наиболее безопасного источника **углеводов** для больных диабетом.

**Сахароза  $C_{12}H_{22}O_{11}$** , образован молекулами глюкозы и фруктозы. Содержание сахарозы в сахаре 99,5%. Сахар часто называют «носителем пустых калорий», так как сахар – это чистый **углевод** и не содержит других питательных веществ, таких, как, например, витамины, минеральные соли. Сахароза содержится в сахарном тростнике и сахарной свекле, а также в сладостях.

#### **Крахмал и целлюлоза**

**Крахмал  $(C_6H_{10}O_5)_n$**  - природный полимер, он накапливается в виде зерен, главным образом в клетках семян, луковиц, клубней, а также в листьях и стеблях. Крахмал - белый порошок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде он набухает и образует клейстер. Крахмал чаще всего получают из картофеля. Для этого картофель измельчают, промывают водой и перекачивают в большие сосуды, где происходит отстаивание. Полученный крахмал еще раз промывают водой, отстаивают и сушат в струе теплого воздуха.

Крахмал - основная часть важнейших продуктов питания: муки (75 - 80%), картофеля (25%), саго и др. Энергетическая ценность около 16,8 кДж/г. Он является ценным питательным продуктом. Чтобы облегчить его усвоение, содержащие крахмал продукты подвергают действию высокой температуры, то есть картофель варят, хлеб пекут. В этих условиях происходит частичный гидролиз крахмала и образуются декстрины, растворимые в воде. Декстрины в пищеварительном тракте подвергаются дальнейшему гидролизу до глюкозы, которая усваивается организмом. Избыток глюкозы превращается в гликоген (животный крахмал). Состав гликогена такой же, как у крахмала, -  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , но его молекулы более разветвленные. Особенно много гликогена содержится в печени (до 10%). В организме гликоген является резервным веществом, которое превращается в глюкозу по мере ее расходования в клетках. В промышленности крахмал путем гидролиза превращают в патоку и глюкозу. Для этого его нагревают с разбавленной серной кислотой, избыток которой затем нейтрализуют мелом.



Образовавшийся осадок сульфата кальция отфильтровывают, раствор упаривают и выделяют глюкозу. Если гидролиз крахмала не доводить до конца, то образуется смесь декстринов с глюкозой - патока, которую применяют в кондитерской промышленности. Получаемые с помощью крахмала декстрины используются в качестве клея, для загустения красок при нанесении рисунков на ткань. Крахмал применяют для крахмаливания белья. Под горячим утюгом происходит частичный гидролиз крахмала и превращение его в декстрины. Последние образуют на ткани плотную пленку, которая придает блеск ткани и предохраняет ее от загрязнения. Крахмал и его производные применяются при производстве бумаги, текстильных изделий, в литейном и других производствах, в фармацевтической промышленности.

#### Изучение физических свойств крахмала

#### Обнаружение крахмала

**Целлюлоза** или клетчатка ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>, один из самых распространённых природных полимеров; главная составная часть клеточных стенок растений, обуславливающая механическую прочность и эластичность растительных тканей. Так, содержание целлюлозы в волосках семян хлопчатника 97—98%, в стеблях лубяных растений (лён, рами, джут) 75—90%, в древесине 40—50%, камыше, злаках, подсолнечнике 30—40%. Обнаружена в организме некоторых низших беспозвоночных.

Целлюлоза используется человеком с очень древних времен. Сначала применяли древесину как горючий и строительный материал; затем хлопковые, льняные и другие волокна стали использовать как текстильное сырьё. Первые промышленные способы химической переработки древесины возникли в связи с развитием бумажной промышленности. Бумага — это тонкий слой волокон клетчатки, спрессованных и проклеенных для создания механической прочности, гладкой поверхности, для предотвращения растекания чернил. Первоначально для изготовления бумаги употребляли растительное сырьё, из которого чисто механически можно было получить необходимые волокна, стебли риса (так называемая рисовая бумага), хлопка, использовали также изношенные ткани. Однако по мере развития книгопечатания перечисленных источников сырья стало не хватать для удовлетворения растущей потребности бумаги. Особенно много бумаги расходуется для печатания газет, причем вопрос о качестве (белизне, прочности, долговечности) для газетной бумаги значения не имеет. Зная, что древесина примерно на 50% состоит из клетчатки, к бумажной массе стали добавлять размолотую древесину. Такая бумага непрочна и быстро желтеет (особенно на свету). Для улучшения качества древесных добавок к бумажной массе были предложены различные способы химической обработки древесины, позволяющие получить из нее более или менее чистую целлюлозу, освобожденную от сопутствующих веществ — лигнина, смол и других. Для выделения целлюлозы было предложено несколько способов, из которых мы рассмотрим сульфитный. По сульфитному способу измельченную древесину "варят" под давлением с гидросульфитом кальция. При этом сопутствующие вещества растворяются, и освобожденную от примесей целлюлозу отделяют фильтрованием. Отходы содержат способные к брожению моносахариды, их используют как сырьё для получения этилового спирта (так называемый гидролизный спирт). Целлюлоза используется для получения вязкого, ацетатного, медно-аммиачного волокон.

#### **Порядок выполнения:**

Выполнить одно из предложенных заданий и определить крахмал в предложенных преподавателем веществах.

#### **1. Заполнить таблицу.**

Углевод	Определение, формула	Физические свойства	Химические свойства	Биологическая роль	Применение углеводов
глюкоза					
фруктоза					
рибоза					
сахароза					
лактоза					
целлюлоза					
крахмал					

**2. Установите соответствие между названием вещества и его физическими свойствами:**

Название вещества	Физические свойства
1) глюкоза	А) Белый твердый порошок, плотностью 1,525г/см <sup>3</sup> , с температурой плавления 222,8° С. Растворимость в воде 21,6 г/100 мл.
2) фруктоза	Б) Белый, без запаха, кристаллический порошок со сладким вкусом. Плотность 1,587г/см <sup>3</sup> . Температура плавления 186°С. Растворимость в воде 2000г/л (25°С). При температуре 190-2000 превращается в бурю массу - карамель.
4) сахароза	В) Белый порошок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде он набухает и образует клейстер.
5) лактоза	Г) Волокнистое вещество, нерастворимое ни в воде, ни в обычных органических растворителях. Растворителем его является реактив Швейцера, с которым это вещество одновременно и взаимодействует.
6) целлюлоза	Д) Белое кристаллическое вещество со сладким вкусом, хорошо растворимое в воде. Растворимо в органических растворителях, аммиачном растворе гидроксида меди, в концентрированном растворе хлорида цинка и концентрированном растворе серной кислоты.
7) крахмал	Е) Белые кристаллы, очень сладкие на вкус, которые в два раза слаще сахарозы и в три раза слаще глюкозы. Характеризуется сравнительно невысокой стойкостью, в результате чего начинает частично изменяться уже при продолжительном кипячении.

**3. Установите соответствие между названием вещества и его содержанием в природе:**

Название вещества	Содержится в природе в виде:
1) глюкоза	А) Этот углевод не встречается в природе в свободном виде, но является важной составной частью олиго- и полисахаридов, содержащихся, например, в древесине. Является углеводной основой РНК и ДНК. Является неотъемлемой частью рибофлавина (витамина В2) и нуклеотидов.
2) фруктоза	Б) Входит в состав сока сахарной свеклы (16-20%) и сахарного тростника (14-26%). В небольших количествах содержится в плодах и листьях зелёных растений.
3) рибоза	В) Этот углевод называют молочным сахаром. Она содержится в молоке млекопитающих и человека. Может «бродить» и изменять тип своего брожения до спиртового.
4) сахароза	Г) В природе данный углевод образуется в процессе фотосинтеза. Содержится во всех органах зелёных растений. Особенно высоко его содержание в виноградном соке, поэтому его называют виноградным сахаром. Содержится в мёде. В организме человека содержится в мышцах, в крови (0.1 - 0.12 %) и служит основным источником энергии для клеток и тканей организма. Повышение концентрации этого углевода в крови приводит к усилению выработки гормона поджелудочной железы — инсулина.
5) лактоза	Д) Содержится в зернах пшеницы, риса, ячменя, овса, а так же в картофеле, кукурузе, фасоли. Является основным компонентом муки.
6) целлюлоза	Е) В природе в свободном виде содержится во многих спелых фруктах, ягодах и мёде. В связанном виде содержатся в дисахаридах — сахарозе. В связанном виде входит в состав инсулина. Это природный сахар. Обладает крахмалоподобными свойствами и содержится в клубнях георгина, цикория, а так же в некоторых

	водорослях. Она имеет приятный вкус и в качестве заменителя сахара снижает калорийность пищи. Метаболизм этого углевода происходит в печени, где он превращается в жирные кислоты.
7) крахмал	Ж) Является основным структурным компонентом клеточной стенки растений. Является самым распространенным органическим соединением на Земле. Составляет около 33% от массы всех произведённых растениями органических веществ. Содержание этого углевода в хлопчатнике составляет 90%, а в древесине 40-50%. Является главной составной частью оболочек растительных клеток, образуется в растениях в результате фотосинтеза.

**4. Установите соответствие между названием вещества и его применением:**

Название вещества	Применение
1) глюкоза	А) Этот углевод основной компонент бумаги, картона, а также текстиля и волокон. Большое значение имеют продукты этерификации этого углевода, из которых получают ацетатный шёлк, негорючую плёнки и органическое стекло. Это сырьё для получения бездымного пороха. Этот углевод используется для изготовления водорастворимых клеев, в том числе обойных. Используется в лаборатории для тонкослойной хроматографии и для создания фильтрующего слоя из инертного материала и даже в качестве неактивных наполнителей в таблетках и в качестве загустителей и стабилизаторов в обработанных пищевых продуктах.
2) фруктоза	Б) Это натуральный углевод, обладающий многими важными физиологическими функциями и влияющий на метаболизм и синтез волокон. Однако, в научной литературе пока не существует практического руководства по применению этой добавки - то есть, того, как его использовать, в каких количествах, в какое время и каких результатов следует ожидать.
3) рибоза	В) Основное использование этого углевода в качестве подсластителя в пище.
4) сахароза	Г) Этот углевод используют в качестве стабилизатора ароматов и в фармацевтической промышленности, а так же как пищевую добавку во время диеты. Широко применяется в качестве фермента в производстве пекарских дрожжей и в пивоварении.
5) лактоза	Д) Этот углевод является ценным питательным продуктом. Применяется для крахмаливания белья, так как образует при нагревании уютном плотную плёнку, которая придаёт блеск ткани и предохраняет её от загрязнения.
6) целлюлоза	Е) Применяется в технике обработки поверхностей металлов. Фосфаты этого углевода занимают видное место в биохимии. Некоторые азотные соединения имеют интересные свойства, как душистые вещества. Применяется вместо обычного сахара в производстве мороженого, сладких сырков, кондитерских изделий, безалкогольных напитков и др.
7) крахмал	Ж) Является ценным питательным продуктом. В организме она подвергается сложным биохимическим превращениям, в результате которых образуется диоксид углерода и вода, при этом выделяется энергия. Используется в медицине в качестве укрепляющего лечебного средства. Служит эффективным средством поддержания питания послеоперационных, ослабленных и других тяжелобольных. Так же используется при явлениях сердечной слабости, шоке, она входит в состав кровозаменяющих и противошоковых жидкостей, используется при интоксикации, так как она является универсальным антитоксическим средством. Широко применяется в кондитерском деле, в

<p>текстильной промышленности в качестве восстановителя и т.д. Большое значение имеют процессы брожения этого углевода при квашении капусты, огурцов, молока, при силосовании кормов, используется также спиртовое брожение.</p>
--

5. Определить крахмал в предложенных преподавателем веществах.

### Практическая работа №18

Ознакомление с белками и аминокислотами на основе межпредметных связей с биологией.

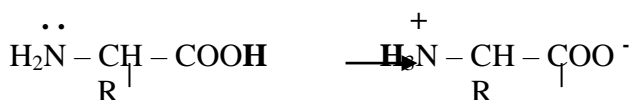
Аминокислоты. Белки: строение, свойства.

**Цель работы:** Дать понятие об аминокислотах на основе межпредметных связей с биологией, познакомить учащихся с основными компонентами живых клеток – белками.

**Основные понятия:**

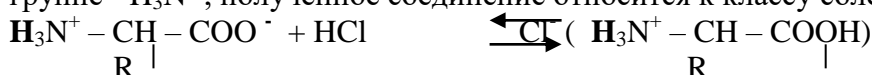
#### Аминокислоты

Данные различных физических методов исследования показывают, что в нейтральных водных растворах и в кристаллическом состоянии аминокислоты главным образом существуют в виде так называемых биполярных ионов (синонимы биполярного иона – цвиттер – ион, бетаин), которые образуются за счет внутренней ионизации (нейтрализации), т.е. переноса протона с карбоксильной группы (кислотный центр молекулы) на аминогруппу (основный центр). Например, для  $\alpha$  – аминокислот процесс образования биполярного иона можно представить так:



Биполярный ион

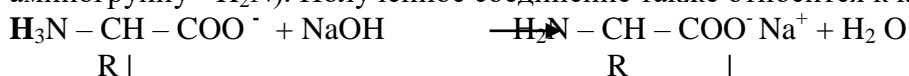
**Взаимодействие с кислотами.** В этом случае происходит протонирование группы  $\text{COO}^-$  с образованием карбоксильной группы –  $\text{COOH}$ ; анион кислотного остатка присоединяется к группе  $-\text{H}_3\text{N}^+$ , полученное соединение относится к классу солей:



Хлористоводородная соль

(гидрохлорид)  $\alpha$  – аминокислоты

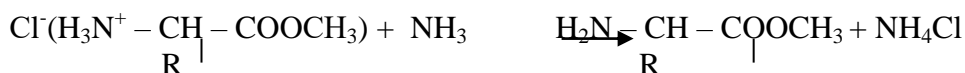
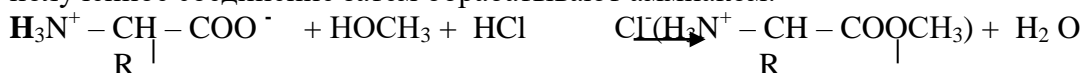
**Взаимодействие со щелочами.** В этом случае гидроксигруппа –  $\text{OH}$  реагирует с группой  $-\text{H}_3\text{N}^+$ , отщепляя от последней протон  $\text{H}^+$  с образованием воды (при этом  $-\text{H}_3\text{N}^+$  превращается в аминогруппу  $-\text{H}_2\text{N}$ ). Полученное соединение также относится к классу солей:



Натриевая соль  $\alpha$  – аминокислоты

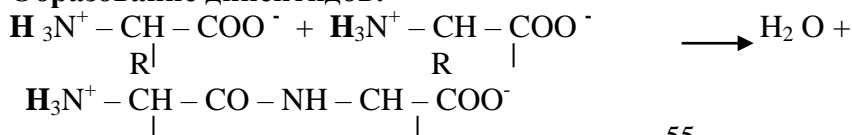
#### 3. Взаимодействие со спиртами с образованием сложных эфиров.

Реакцию проводят в кислой среде, в которой в явном виде присутствует карбоксильная группа, полученное соединение затем обрабатывают аммиаком:

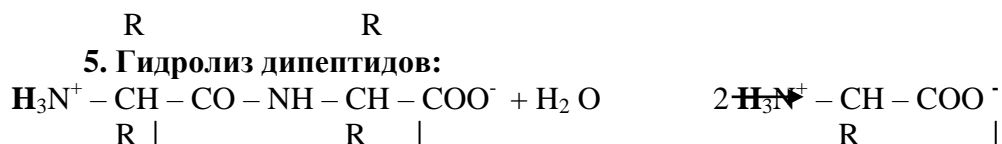


Метиловый эфир  $\alpha$  – аминокислоты

**Образование дипептидов:**



## 5. Гидролиз дипептидов:



## 6. Получение аминокислот из галогенопроизводных карбоновых кислот (упрощенно):



### Физиологическая роль и применение в медицине некоторых аминокислот.

**Глицин** (аминоуксусная кислота)  $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  – незаменимая аминокислота, является одним из центральных нейромедиаторов; оказывает седативное действие. Улучшает метаболические процессы в тканях мозга.

Применяется как средство, ослабляющее влечение к алкоголю, уменьшающее депрессивные нарушения, повышенную раздражительность, нормализующее сон.

**Цистеин** (2 – амино – 3 – меркаптопропановая кислота)

$\text{HS} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$  – заменимая аминокислота, может синтезироваться в организме с использованием метионина. При нарушении превращения метионина в цистеин недостаток этой кислоты приводит к нарушению обменных процессов в организме.

**Глутаминовая кислота** (2 – аминоклутаровая кислота)

$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$  – заменимая аминокислота. Содержится в белках серого и белого вещества мозга. Играет важную роль в жизнедеятельности организма: участвует в белковом и углеводном обмене, стимулирует окислительные процессы, способствует обезвреживанию и выведению из организма аммиака, повышает устойчивость организма к гипоксии, способствует синтезу АТФ, переносу ионов калия, играет важную роль в деятельности скелетной мускулатуры, стимулирует передачу возбуждения в синапсах ЦНС. В медицинской практике находит применение главным образом при лечении заболеваний ЦНС: эпилепсии, психозов, реактивных состояний (депрессии).

**Аминокaproновая кислота** (ε – аминокaproновая кислота)

$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$  – оказывает специфическое кровоостанавливающее действие при кровотечениях, связанных с повышением фибринолиза.

**Метионин** (α – амино – γ – S – метилмасляная, или 2 – амино – 4 – S – метилбутановая кислота)

$\text{H}_3\text{C} - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$  – незаменимая аминокислота, необходимая для поддержания роста и азотистого равновесия организма. Особая роль метионина в обмене веществ связано с тем, что эта аминокислота содержит подвижную метильную группу –  $\text{CH}_3$ , которая может передаваться на другие соединения (процесс переметилирования). Способностью метионина к переметилированию обусловлен его липотропный эффект (удаления из печени избытка жира). Липотропным свойством обладает также белок казеин и творог, содержащие значительное количество метионина. Метионин участвует в синтезе адреналина, креатина и других биологически важных соединений; активизирует действие гормонов, витаминов (В<sub>12</sub>, аскорбиновой и фолиевой кислот), ферментов. Путем метилирования и транссульфирования метионин обезвреживает токсичные продукты.

Метионин применяют для лечения и предупреждения заболеваний и токсических поражений печени (цирроз, отравления  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ), при хроническом алкоголизме, сахарном диабете, атеросклерозе и др.

**γ – Аминомасляная кислота** (ГАМК, аминалон)

$\text{H}_2\text{C}(\text{NH}_2) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  содержится в ЦНС и принимает участие в нейромедиаторных и метаболических процессах в мозге. Применяется как лекарственное средство при сосудистых заболеваниях головного мозга (атеросклерозах, гипертонии, нарушениях мозгового кровообращения). ГАМК является основным медиатором, участвующим в процессах центрального торможения. Под ее влиянием активируются энергетические процессы мозга,



повышается дыхательная активность тканей. Улучшается утилизация мозгом глюкозы, улучшается кровоснабжение.

## БЕЛКИ,

Многие органические соединения, входящие в состав клетки, характеризуются большими размерами молекул. Как называются такие молекулы? (макромолекулы) Они состоят обычно из повторяющихся сходных по строению низкомолекулярных соединений, связанных между собой ковалентными связями. Их строение можно сравнить с бусинками на нити. Как называются эти составные элементы? (мономеры). Они образуют полимеры. Большинство полимеров построено из одинаковых мономеров. Такие мономеры называются регулярными. Например, если А – мономер, то –А-А-А-.....А- полимер. Полимеры, в которых мономеры различны по строению, называются нерегулярными. Например, -А-В-Р-П-А-.....Г-Р-П-А-. Состав определяет их свойства. Как Вы думаете, к каким полимерам относятся белки?

Белки – нерегулярные полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

Белки – это сложные высокомолекулярные природные соединения, построенные из <sup>α</sup>-аминокислот. В состав белков входит 20 различных аминокислот, отсюда следует огромное многообразие белков при различных комбинациях аминокислот. Как из 33 букв алфавита мы можем составить бесконечное число слов, так из 20 аминокислот – бесконечное множество белков. В организме человека насчитывается до 100 000 белков. Белки подразделяют на **протеины** (простые белки) и **протеиды** (сложные белки). Число аминокислотных остатков, входящих в молекулы, различно: инсулин – 51, миоглобин – 140. Отсюда  $M_r$  белка от 10 000 до нескольких миллионов.

### Функции белка.

Белки:

- защищают организм от микробов и вирусов, участвуя в выработке антител;
- регулируют энергобаланс, особенно при больших нагрузках или при дефиците в пище жиров и углеводов.
- обеспечивают рост, размножение и полноценное развитие организма, особенно нервной системы, регулируя раздражимость и реакции на внешние раздражители;
- входят в состав гормонов, мышц и других тканей;
- в связи с витаминами и микроэлементами являются биологическими катализаторами — ферментами;
- формируют способность высшей формы движения материи — мышление;

### Структура белка.

**Первичная структура белка** – последовательность чередования аминокислотных остатков (все связи ковалентные, прочные) (демонстрация эластичного шнура).

**Вторичная структура** – форма полипептидной цепи в пространстве. Белковая цепь закручена в спираль (за счет множества водородных связей) После растяжения шнура он вернулся в исходное состояние. Перед нами новая структура в виде спирали. Обратите внимание, на каком расстоянии находятся витки спирали? (На одинаковом).

Какие силы удерживают молекулу в таком состоянии? Представьте, что наш макет перенесен на таблицу, причем здесь подробно показано химическое строение белковой молекулы.

Посмотрите, на разных витках спирали оказались рядом NH и CO. Между ними образовались водородные связи. Они слабые, но их много, за счет этого обеспечивается стабильность вторичной структуры.

**Третичная структура** – реальная трехмерная конфигурация, которую принимает в пространстве закрученная спираль (за счет гидрофобных связей), у некоторых белков – S-S-связи (бисульфидные связи).

Третичная структура – клубок из полипептидной спирали. (Демонстрация клубка из эластичного шнура).

Представить конфигурацию легко, труднее понять, какие силы ее поддерживают. (Водородные связи, дисульфидные мостики –S-S-, сложноэфирная связь между радикалами. Полярные группы COOH и OH взаимодействуют с водой, а неполярные радикалы отталкивают ее, они направлены

внутри глобул. Радикалы взаимодействуют между собой благодаря силам Ван-дер-Ваальса.)

**Четвертичная структура** – соединенные друг с другом макромолекулы белков образуют комплекс. Четвертичная структура – структура из нескольких полипептидных цепей.

Демонстрация 2 шнуров, закрученных друг относительно друга.

Начиная с вторичной структуры, пространственное строение (конфигурация) макромолекул белка поддерживается в основном слабыми химическими связями. Под влиянием внешних факторов (изменение температуры, солевого состава среды, pH и т.д.) слабые связи, стабилизирующие макромолекулу, рвутся и структура белка, а следовательно его свойства, изменяются.

### ***Какова же ценность белков для организма человека?***

Белок – важный компонент пищи человека. Основные источники пищевого белка: мясо, молоко, продукты переработки зерна, хлеб, рыба, овощи. Напомним Вам, что потребность в белке зависит от возраста, пола, вида деятельности. В организме здорового человека должен быть баланс между количеством поступающих белков и выделяющимися продуктами распада. Для оценки белкового обмена введено понятие белкового баланса. В зрелом возрасте у здорового человека существует азотное равновесие, т.е. количество азота, полученного с белками пищи равно количеству выделяемого азота. В молодом, растущем организме идет накопление белковой массы, поэтому азотный баланс будет положительный, т.е. количество поступающего азота превышает количество выводимого из организма. У людей пожилого возраста, а также при некоторых заболеваниях наблюдается отрицательный азотный баланс. Длительный отрицательный азотный баланс ведет к гибели организма.

Необходимо помнить, что некоторые аминокислоты при тепловой обработке, длительном хранении продуктов могут образовывать неусвояемые организмом соединения, т.е. становиться “недоступными”. Это снижает ценность белка.

Животные и растительные белки усваиваются организмом неодинаково. Если белки молока, молочных продуктов, яиц усваиваются на 96%, мяса и рыбы – на 93–95%, то белки хлеба – на 62–86%, овощей – на 80%, картофеля и некоторых бобовых – на 70%. Однако смесь этих продуктов может быть биологически более полноценной.

На степень усвоения организмом белков оказывает влияние технология получения пищевых продуктов и их кулинарная обработка. При умеренном нагревании пищевых продуктов, особенно растительного происхождения, усвояемость белков несколько возрастает. При интенсивной тепловой обработке усвояемость снижается.

Суточная потребность взрослого человека в белке разного вида 1–1,5 г на 1 кг массы тела, т.е. приблизительно 85–100 г. Доля животных белков должна составлять приблизительно 55% от общего его количества в рационе.

Как же обеспечить организм полноценным белком?

Рекомендуется:

- не забывать, что взрослому человеку в среднем необходимо до 100 г белка в сутки;
- при любых обстоятельствах стараться принимать разнообразную пищу;
- не уменьшать необходимого по вашей норме количества белка;
- не употреблять богатые белком продукты перед сном.
- следить за разнообразием вашего питания, целесообразно сочетать богатые белками продукты;
- принимать пищу в умеренных количествах, соответственно выполняемому труду;
- строить свой рацион так, чтобы половина суточной нормы белка была в продуктах животного происхождения;
- при каждом приеме пищи сочетать растительные белки (хлеб, каши) с белками животного происхождения (молоко, творог, сыр, мясо, рыба, яйца);

Итак, мы познакомились сегодня со значением белков для клетки, организма человека в целом, поговорили о химических свойствах и биологических функциях белков. Давайте вспомним наиболее важные понятия и термины этой темы.

### Порядок выполнения:

Выполнить одно задание и пройти один тест, решить задачу.

## Задание 1

## 1 – й уровень

А) Изобразить структурную формулу  $\alpha$  – аминкапроновой кислоты.

( Ответ записать в виде многозначного числа, составленного из номеров метиленовых атомов углерода в порядке возрастания).

Б) Определите молекулярную формулу аминокислоты, содержащей 32 % углерода, 6,66% водорода, 42,67% кислорода и 18,67% азота. Напишите структурную формулу этой кислоты.

## 2 – й уровень

Решить задачу. Какое количество вещества и сколько молекул содержится в 10,5г серина?

## Задание 2

## 1 – й уровень

А) Изобразить структурную формулу аминокислоты.

( В ответе указать число связей в молекуле).

Б) При взаимодействии 89г  $\alpha$  – аминпропионовой кислоты с гидроксидом натрия образовалось 100г соли. Рассчитайте массовую долю выхода соли.

## 2 – й уровень

Решить задачу. Какой объем аммиака потребуется для превращения 27,8г бромуксусной кислоты в глицин, если объемная доля потери аммиака составляет 5%?

## Задание

## Тест и проверка результатов теста.

Выбрать один или несколько правильных ответов из предложенных.

## Тест

1. Какие из названных соединений обладают амфотерными свойствами?

- а) метиламин                      б) анилин  
в) аминоксуксовая кислота    г) α – аланин

2.Биполярный ион аминокислоты образуется в результате:

- а) взаимодействия со щелочами
- б) взаимодействия с галогеноводородами
- в) образования полипептидов
- г) внутренней нейтрализации

3. Реагируя, с какими веществами при определенных условиях аминокислота образует соль?

- а) хлороводород                      б) этанол  
в) гидроксид натрия                г) серная разбавленная кислота

4. Реагируя с какими веществами при определенных условиях глицин формирует пептидную связь?

- а) хлороводород  
б) гидроксид калия  
в)  $\alpha$  – аланин  
г) глицилглицин

5. При гидролизе каких веществ можно получить аминокислоту (аминокислоты)?

- а) глицилфенилаланин                      б) крахмал  
в) белок    г) твердый жир

6. Аминокислоту можна отримати при взаємодії аміаку з:

- а) хлорбензолом  
б) этилбромидом  
в) 2 – хлорпропанолом  
г)  $\beta$  – хлорпропионовой кислотой

7. Укажите формулу глицина в нейтральной среде:

- а)  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$                       б)  $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$   
в)  $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}$                     г)  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$

## Тест 2

**Вопрос 1..** Укажите полимеры, образованные разными мономерами:

- а) крахмал; б) белок; в) ДНК; г) полиэтилен; д) целлюлоза; е) РНК.

**Вопрос 2.** Укажите элементарный состав белков:

- а) С, Н; б) С, Н, О, N, S, Р; в) С, Н, N, О; г) вся таблица Менделеева.

**Вопрос 3.** Укажите функциональные группы мономеров белков:

- а) COOH, OH; б) C=O, COOH; в) COOH, NH<sub>2</sub>; г) OH, C=O.

**Вопрос 4.** Белки, обуславливающие способность организма к росту и размножению, называются:

- а) гормоны; б) ферменты; в) нуклеопротеиды; г) токсины.

**Вопрос 5.** Какой вид химической связи поддерживает первичную структуру белковой молекулы?

- а) Водородная; б) пептидная; в) ионная; г) сложноэфирная.

**Вопрос 6.** -Аминопропионовая кислота по-другому называется:

- а) глицин; б) аланин; в) валин; г) лейцин.

**Вопрос 7.** Наличие в белках пептидной связи обнаружил ученый:

- а) М.В.Ломоносов; б) В.В.Марковников; в) А.Я.Данилевский; г) Э.Г.Фишер.

### **Тест 3**

**Вопрос 1.** Какие виды химической связи поддерживают третичную структуру белковой молекулы?

- а) Водородная; б) пептидная; в) сложноэфирная; г) металлическая; д) мостики –S–S–; е) силы Ван-дер-Ваальса.

**Вопрос 2.** Сколько мономеров участвует в образовании белка?

- а) 4; б) 20; в) 15; г) 30.

**Вопрос 3.** Какую функцию выполняют белки в организме?

- а) Источник энергии; б) запасаящая; в) строительный материал; г) теплоизоляторы.

**Вопрос 4.** Мономерами белков являются: а) аминокислоты; б) -аминокислоты; в) жирные кислоты; г) углеводы.

**Вопрос 5.** Состав белков – природных полимеров – был доказан при помощи реакции:

- а) гидролиза; б) электролиза; в) гидратации; г) гидрирования.

**Вопрос 6** Укажите пептидную группу:

**Вопрос 7.** Какое заболевание является примером, доказывающим определяющую роль первичной структуры белковой молекулы?

- а) острое респираторное заболевание (ОРЗ); б) серповидная анемия; в) атеросклероз; г) сахарный диабет.

### **Тест 4**

**Вопрос 1.** Укажите вещества, имеющие белковую природу:

- а) ферменты б) гормоны; в) липиды; г) углеводы; д) пигменты; е) аминокислоты.

**Вопрос 2.** Сколько уровней организации различают в белковой молекуле?

- а) 4; б) 3; в) 2; г) 1.

**Вопрос 3.** Некоторые белки вырабатывают антитела. Тем самым они выполняют функцию:

- а) каталитическую; б) сократительную; в) иммунную; г) пластическую.

**Вопрос 4.** Какой вид химической связи поддерживает вторичную структуру белковой молекулы?

- а) водородная; б) ионная; в) пептидная; г) гидрофобная.

**Вопрос 5.** Имитацией третичной структуры белковой молекулы является:

- а) клубок ниток; б) произвольно свернутая в клубок электроспираль; в) собранная телевизионная антенна; г) выпрямленный телефонный шнур.

**Вопрос 6.** Как называется белок, у которого первым удалось расшифровать первичную структуру?

- а) Рибонуклеаза; б) инсулин; в) глобин; г) миоглобин.

**Вопрос 7.** Дисульфидные связи –S–S– возникают при формировании третичной структуры

белка:

- а) всегда; б) если имеются остатки цистеина; в) если в белке есть остатки глицина;
- г) если белок включает остатки аланина.

### **Тест 5**

**Вопрос 1.** Расположите вещества в порядке возрастания значений их относительной молекулярной массы  $M_r$ :

- а) дипептид АЛА–ГЛИ; б) полипептид; в) белок; г) дипептид ГЛИ–ВАЛ; д) дипептид АЛА–ВАЛ.

**Вопрос 2.** Биологические катализаторы – вещества белковой природы – называются:

- а) гормоны; б) ферменты; в) витамины; г) углеводы.

**Вопрос 3.** Какая структура белковой молекулы определяет специфическую биологическую активность белка?

- а) Четвертичная; б) третичная; в) вторичная; г) первичная.

**Вопрос 4.** Что называется вторичной структурой белковой молекулы?

- а) Пространственная конфигурация, которую принимает полипептидная цепь;
- б) последовательность чередования аминокислот в полипептидной цепи;
- в) конфигурация, которую принимает в пространстве закрученная в спираль полипептидная цепь;
- г) объединение нескольких полипептидных цепей в одну молекулу.

**Вопрос 5.** Исходя из состава и строения молекул, предположите химический характер белков:

- а) кислотный; б) основной; в) амфотерный; г) нереакционноспособные вещества.

**Вопрос 6** Имитацией вторичной структуры белковой молекулы является:

- а) телевизионная антенна; б) телефонный шнур; в) якорная цепь; г) упаковочный шнур.

**Вопрос 7.** Укажите, в каком списке перечислены незаменимые аминокислоты:

- а) валин, лейцин, изолейцин, лизин, треонин, аргинин, гистидин,... ;
- б) глицин, аланин, серин, цистеин, тирозин, пролин,... .

### **Тест 6**

Укажите мономеры белков:

- а) аминокислоты; б) предельные углеводороды; в) непредельные углеводороды; г) углеводы;
- д) жирные кислоты.

**2.** Сколько известно мономеров, участвующих в образовании белков?

- а) 4; б) 20; в) 15; г) 30; д) 5.

**3.** Укажите функциональные группы мономеров белков:

- а)  $\text{COOH}$ ,  $\text{OH}$ ; б)  $\text{C=O}$ ,  $\text{COOH}$ ; в)  $\text{OH}$ ,  $\text{C=O}$ ; г)  $\text{COOH}$ ; д)  $\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_2$ .

**4.** Укажите название химической связи, возникающей между мономерами в белковой молекуле:

- а) водородная; б) гидрофобная; в) пептидная; г) ионная; д) гидрофильная.

**5.** Сколько уровней организации различают в белковой молекуле?

- а) 4; б) 3; в) 2; г) 1; д) 5.

## **Практическая работа №19.**

### **Проведение качественных реакций на белки.**

**Цель работы:** Сформировать у учащихся знания об азотсодержащих органических соединениях: белках. Изучить способы обнаружения белков с помощью качественных реакций.

#### **Основные понятия:**

**Денатурация** — свойство белка менять свою структуру при изменении внешних факторов. (Определение записывается в тетрадь).

Белок становится нерастворим (пример с куриным яйцом), доступен действию пищеварительных ферментов. Денатурация может быть обратимой и необратимой.

Процесс восстановления структурной организации белковой молекулы называется ренатурацией. (Определение записывается в тетрадь).

**Ренатурация** лежит в основе раздражимости клеток. Так под действием гормонов регулируется действие ферментов, рецепторов, транспортеров и т.д. Иногда денатурация белка имеет определенное значение. Например, паук выделяет капельку секрета и приклеивает ее к какой-

нибудь опоре. Затем, продолжая выделять секрет, он слегка натягивает ниточку и этого слабого натяжения достаточно, чтобы белок денатурировался, из растворимой формы перешел в нерастворимую, и нить приобрела прочность.

Для белков характерны реакции с выпадением осадков. В одних случаях полученный осадок при избытке воды вновь растворяется (т.е. происходит ренатурация). Это возможно, если на белок было оказано воздействие слабым раствором спирта, кислоты, солями легких металлов.

#### **Порядок выполнения:**

Выполнить лабораторные опыты и результаты отразить в отчете.

#### **Лабораторный опыт 1.**

##### **Денатурация белков.**

- а) Действие спирта на белок;
- б) действие солей хлорида натрия (концентрированный раствор) и ацетата свинца на белок;
- в) действие  $\text{HNO}_3$  (конц.);
- г) свертывание белков при кипячении.

Выполняется под контролем учителя. Вывод формулируется и записывается самостоятельно. После выполнения работы учащимся предлагается проверить ее результаты, сверившись с выводом, который был заранее написан на доске, но закрыт.

Порядок выполнения работы.

Прилить воду к яичному белку.

Встряхнуть до образования однородного раствора.

Оценить свойства белка (прозрачность, растворимость, агрегатное состояние).

Отлить раствор в пустую пробирку.

Зажечь спиртовку и нагреть полученный раствор белка.

Оценить свойства белка (прозрачность, растворимость, агрегатное состояние).

Сделать вывод в тетради:

- а) Что явилось причиной денатурации?
- б) Что произошло в результате денатурации? (См. Пункт 3, 6)
- в) Обратима ли данная денатурация?

#### **Лабораторный опыт 2.**

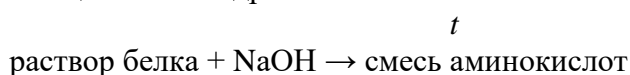
##### **Цветные качественные реакции белков**

##### **Химические свойства белков**

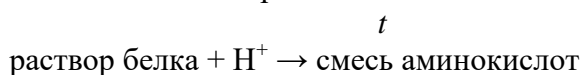
Схема:

##### 1. Гидролиз белков:

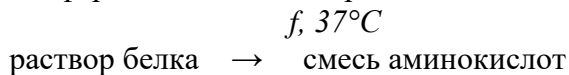
##### 1.1 щелочной гидролиз:



##### 1.2 кислотный гидролиз:



##### 1.3 ферментативный гидролиз:

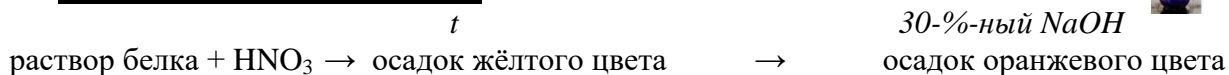


##### 2. Цветные (качественные) реакции на белки:

##### 2.1 биуретовая реакция:



##### 2.2 ксантопротеиновая реакция:



2.3 реакции с солями тяжёлых металлов:

например:

раствор белка + соль свинца → осадок чёрного цвета  $\text{PbS} \downarrow$



2.4 реакция Милона:

раствор белка +  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$  красное окрашивание



### Практическая работа №20.

#### Использование высокомолекулярных соединений в производстве композиционных материалов

**Цель работы:** Сформировать у учащихся знания об использовании ВМС в производстве композиционных материалов.

**Основные понятия:**

**Высокомолекулярные соединения, полимеры (ВМС)** — *вещества, обладающие большим молекулярным весом* (от нескольких тысяч до нескольких миллионов). К природным высокомолекулярным соединениям (биополимерам) относятся белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и т. д. К синтетическим — различные пластмассы, синтетические каучуки и волокна. **Высокомолекулярные соединения - продукты химического соединения (полимеризации или поликонденсации) большого количества низкомолекулярных соединений (мономеров), играющих роль отдельных звеньев в макромолекуле полимера; при этом мономеры могут быть одинаковыми (например, из этилена - полиэтилен) или различными (например, остатки разных аминокислот в белках).**

Основные понятия

1). **Низкомолекулярные соединения**, из которых образуются полимеры, называются мономерами.

Например, пропилен  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$  является мономером полипропилена:

2). **Высокомолекулярные вещества**, состоящие из больших молекул цепного строения, называются полимерами (от греч. "поли" - много, "мерос" - часть).

Например, полиэтилен, получаемый при полимеризации этилена  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ :

...- $\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\dots$  или  $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

Молекула полимера называется макромолекулой (от греч. "макрос" - большой, длинный).

Молекулярная масса макромолекул достигает десятков - сотен тысяч (и даже миллионов) атомных единиц.

3). **Структурное звено** - Группа атомов, многократно повторяющаяся в цепной макромолекуле.

...- $\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\dots$

поливинилхлорид

В формуле макромолекулы это звено обычно выделяют скобками:

$(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$

Строение структурного звена соответствует строению исходного мономера, поэтому его называют также мономерным звеном.

#### Физические свойства полимеров

Высокомолекулярные соединения по своим свойствам и внешнему виду отличаются от исходных мономеров. Их физические свойства проявляются в очень широком диапазоне: они могут быть твердыми или мягкими, жесткими или каучукоподобными, хрупкими или прочными, плавкими или неплавкими. ВМС обладают высокой эластичностью, трудно растворимы, причём растворимость падает по мере увеличения молярной массы. Обычно растворение идет очень медленно, и ему часто предшествует набухание, в ходе которого молекулы растворителя проникают в массу растворяемого полимера. Полученные растворы даже при невысоких

концентрациях обладают большой вязкостью, во много раз превосходящей вязкость концентрированных растворов низкомолекулярных соединений.

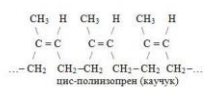
Полимеры не летучи и не обладают ясно выраженной температурой плавления; при нагревании они постепенно размягчаются и плавятся, а многие разлагаются без плавления. Чем больше размер молекул полимера, тем выше температура его размягчения и плавления.

### Классификация

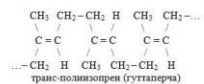
Существует несколько типов классификаций:

1) по происхождению:

а) *природные*. Примерами природных ВМС могут служить крахмал и целлюлоза, построенные из элементарных звеньев, являющихся остатками моносахарида (глюкозы), а также белки, элементарные звенья которых представляют собой остатки аминокислот; сюда же относятся природные (натуральные) каучуки. Натуральный каучук получают из млечного сока (латекса) каучуконосного дерева гевеи, растущего в тропических лесах Бразилии. При нагревании без доступа воздуха каучук распадается с образованием диенового углеводорода – 2-метилбутадиена-1,3. Каучук – это стереорегулярный полимер, в котором молекулы изопрена соединены друг с другом по схеме 1,4-присоединения с *цис-конфигурацией* цепи



Транс-полимер также встречается в природе в виде гуттаперчи

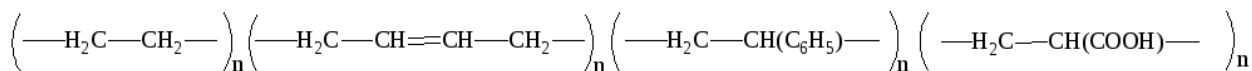
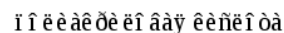
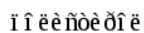
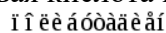
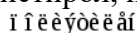


Натуральный каучук обладает уникальным комплексом свойств: высокой текучестью, устойчивостью к износу, клейкостью, водо- и газопроницаемостью. Для придания каучуку необходимых физико-механических свойств: прочности, эластичности, стойкости к действию растворителей и агрессивных химических сред – каучук подвергают вулканизации нагреванием до 130-140 °С с серой:

б) все большее значение приобретают *синтетические ВМС*, которые получают из доступного и дешевого сырья, на их основе получают **пластмассы** – это твёрдые синтетические ВМС или их смеси с различными наполнителями, способные при высоких температурах и давлениях переходить в пластическое состояние, то есть разлагаться и формоваться. После охлаждения они затвердевают и устойчиво сохраняют заданную форму. Изделия из пластмасс при нормальных условиях обладают высокой твёрдостью. По составу пластмассы делятся на *наполненные* и *ненаполненные*. Наполненные пластмассы кроме ВМС содержат наполнители, пластификаторы, красители, стабилизаторы, отвердители и т.д. Твёрдые вещества, которые вводятся для придания пластмассам определенных физических свойств (твёрдости, прочности и т.п.), называются *наполнителями*. Малолетучие вещества, повышающие пластичность композиции при высокой температуре и придающие изделию морозостойкость, большую упругость и эластичность, называются *пластификаторами*. Вещества, придающие пластмассам желаемую окраску, называются *красителями*. Вещества, вызывающие образование неплавких пластмасс, называются *отвердителями*;

2) по химическому составу главной цепи:

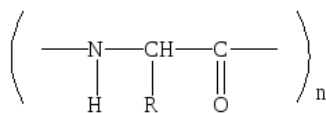
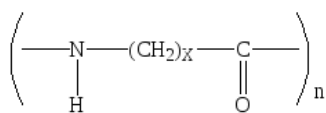
а) *карбоцепные* – главная цепь состоит только из атомов углерода (полиэтилен, полибутилен, полистирол, полиакриловая кислота и т.д.)



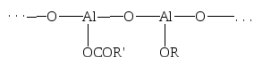
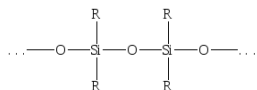
Величина «n» - степень полимеризации. Это число мономерных звеньев, образующих макромолекулу.

б) *гетероцепные (разнородные)* – главная цепь содержит кроме атомов углерода, еще и атомы О, N, Si, P и другие элементы (целлюлоза, белки, полиамиды, капрон, полиэфиры и другие)



1)  $\text{H}-\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{N}-\text{H}$ 2)  $\text{H}-\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}(\text{R})-\text{N}-\text{H}$ 

в) *элементоорганические* – в главной цепи содержатся атомы Si, Al, Ni, P, а боковые цепи состоят из углеродных группировок. Такие полимеры отличаются своей прочностью, твердостью и стойкостью к высоким температурам



3) по характеру расположения элементарных звеньев:

а) *линейная*; б) *разветвленная*; в) *трехмерные структуры*.

4) по физическим свойствам:

а) *пластомеры*, для которых характерна повышенная прочность, высокий модуль упругости и слабая растяжимость;

б) *эластомеры*, обладают малой упругостью и высокой пластичностью.

5) по исходным мономерам:

а) *гомополимер* – ВМС, состоит из звеньев одного мономера;

б) *гетерополимер* или сополимер – ВМС, состоящий из звеньев различных мономеров;

6) по отношению к воздействию теплоты:

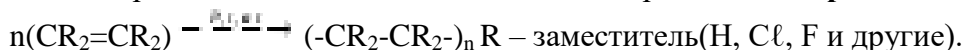
а) *термопластичные* (полимеры или сополимеры линейной структуры) - при повышении температуры размягчаются, а при охлаждении вновь возвращаются в твёрдое состояние, сохраняя все свои прежние свойства: растворимость, плавкость и другие;

б) *термореактивные* - при повышении температуры сначала становятся пластичными, но затем под влиянием катализатора или отвердителей протекают реакции, в результате которых образуется трехмерная структура. ВМС такого типа затвердевают, становятся неплавкими и нерастворимыми;

7) по способу получения. Существует два способа получения ВМС, но и в том и в другом случае молекулы исходного вещества должны иметь в своем составе кратные углерод – углеродные связи или неустойчивые циклические группировки или группы атомов (функциональные группы:  $=\text{C}=\text{C}=$ ,  $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ,  $=\text{C}=\text{X}-$ ,  $=\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{CH}_2=\text{CHX}$ , где X - галоген, окси-, amino-, CN-группы и т.п.), способные реагировать друг с другом или с другими молекулами с образованием ВМС:

а) *полимеризационные* (получают с использованием реакций полимеризации).

Полимеризационные ВМС образуются за счёт разрыва двойных связей в мономерах. Процесс соединения многих молекул мономера в большую молекулу ВМС, имеющего тот же элементарный состав, что и исходный мономер называется **реакцией полимеризации**



этилен

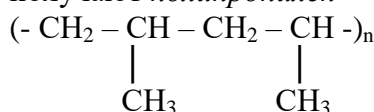
полиэтилен

$n = 1000 - 10000$

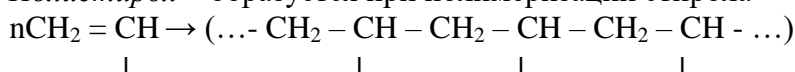
$M = 28000 - 280000$

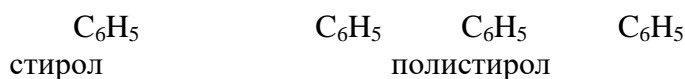
В результате этой реакции не выделяются какие-либо побочные продукты. Увеличение времени реакции повышает молекулярную массу ВМС. Реакцией полимеризации пропилена

получают *полипропилен*

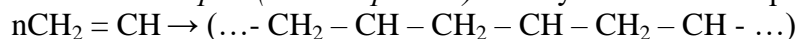


*Полистирол* – образуется при полимеризации стирола



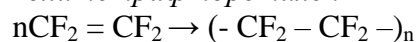


Поливинилхлорид (полихлорвинил) – получается полимеризацией винилхлорида



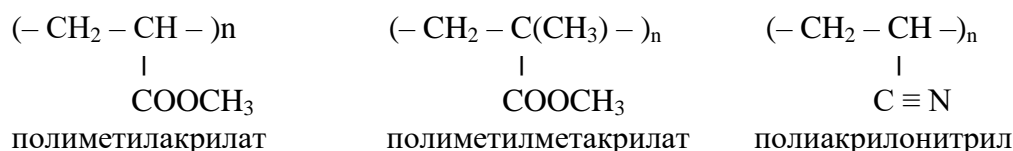
винилхлорид  
(хлористый винил)      поливинилхлорид

Политетрафторэтилен – полимер тетрафторэтилена

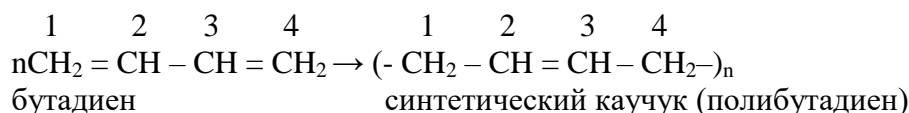


тетрафторэтилен      политетрафторэтилен

**Полиакрилаты и полиакрилонитрил.** Важное значение имеют полимеры непредельных акриловой ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$ ) и метакриловой ( $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$ ) кислот, особенно их метиловых эфиров – метилакрилата и метилметакрилата, а также нитрила акриловой кислоты (или акрилонитрила) ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{N}$ ), - производного этой кислоты, в котором карбоксильная группа  $-\text{COOH}$  заменена группой  $-\text{C} \equiv \text{N}$ . Строение важнейших из этих полимеров выражается формулами



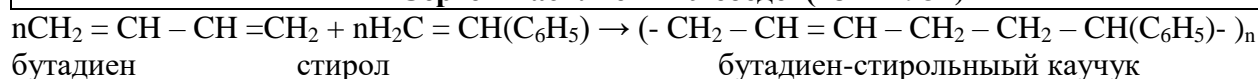
По способу, предложенному С.В. Лебедевым, исходным материалом для производства синтетического каучука (СК) служит непредельный углеводород бутадиен, или дивинил, который полимеризуется подобно изопрену



По С.В. Лебедеву исходный бутадиен получают из этилового спирта. Теперь разработано получение его из бутадиена попутного нефтяного газа.


**ВМС разветвленного строения** получают, если при полимеризации взаимодействуют два и большее число разных мономеров. Такая полимеризация называется *сополимеризацией*. В качестве примера рассмотрим совместную полимеризацию стирола и бутадиена с образованием бутадиен-стирольного каучука

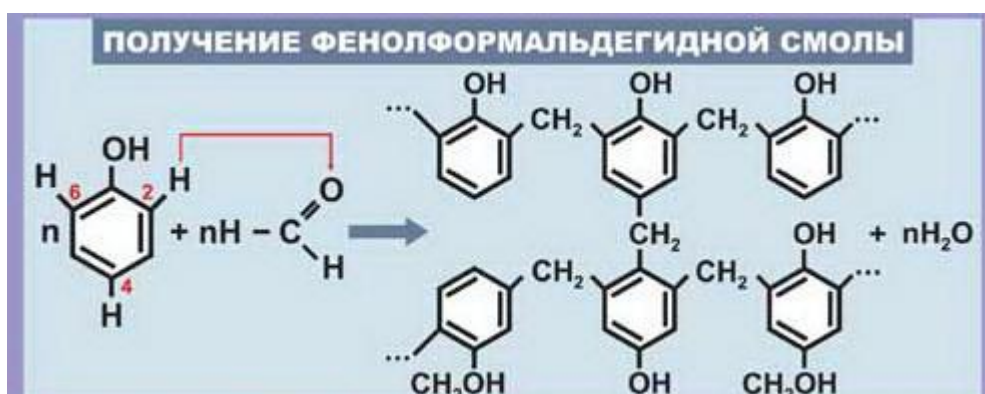
**Сергей Васильевич Лебедев(1874-1934)**



бутадиен      стирол      бутадиен-стирольный каучук

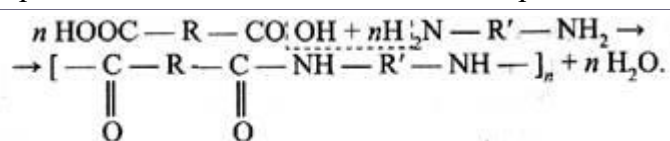
П О Л И М Е Р			П О Л И М Е Р		
Название	Формула	Формула мономера	Название	Формула	Формула мономера
Полиэтилен	$(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	Полибутадиен	$(-\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$
Полипропилен	$(-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_3)$	Полиизопрен	$(-\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3) = \text{CH} - \text{CH}_2 -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$
Полистирол (поливинилбензол)	$(-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$	Полихлоропрен	$(-\text{CH}_2 - \text{C}(\text{Cl}) = \text{CH} - \text{CH}_2 -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{Cl}) - \text{CH} = \text{CH}_2$
Поливинилхлорид	$(-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{Cl}) -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{Cl})$	Бутадиен-стирольный каучук (СК)	$(-\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) -)_n$	сополимер бутадиена и стирола
Тефлон	$(-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 -)_n$	$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$			
Полиметилметакрилат	$(-\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3) -)_n$	$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)$			

ПОЛИМЕР		Формулы мономеров	
Название	Формула		
Лавсан	$[-O-CH_2CH_2-O-C(=O)-C_6H_4-C(=O)-]_n$	$HO-CH_2CH_2-OH$	$+ HO-C(=O)-C_6H_4-C(=O)-OH$
Капрон (полиамид-6)	$[-NH-(CH_2)_5-C(=O)-]_n$	$CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH-C(=O)-$ (полимеризация)	$NH_2-(CH_2)_5-C(=O)-OH$ (поликонденсация)
Найлон (полиамид-6,6)	$[-NH-(CH_2)_6-NH-C(=O)-(CH_2)_4-C(=O)-]_n$	$NH_2-(CH_2)_6-NH_2$	$+ HO-C(=O)-(CH_2)_4-C(=O)-OH$
Феноло-формальдегидные смолы	$[C_6H_3(OH)(CH_2)]_n$ новолак, резол		
	$[C_6H_2(OH)_2(CH_2)_2]_n$ резит		



КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ					
Природные			Химические		
Неорганические	Органические	Искусственные	Синтетические		
			Поликонденсационные	Полимеризационные	
1. кварц 2. графит 3. силикаты 4. корунд 5. карбид бора	1. белки 2. каучуки 3. крахмал 4. клетчатка 5. гликоген 6. инулин	1. вискоза 2. ацетат 3. галалит 4. нитроцеллюлоза	1. фенолоформальдегидные 2. мочевиноформальдегидные 3. капрон 4. нейлон 5. лавсан	Предельные 1. полиэтилен 2. полипропилен 3. поливинилхлорид 4. политетрафторэтилен 5. полистирол 6. поливинилацетат 7. полиметилметакрилат 8. полиформальдегид 9. винил	Непредельные 1. бутадиеновый каучук 2. бутадиенстирольный каучук

При взаимодействии диаминов и дикарбоновых кислот образуются полиамиды:



### Применение полимеров

Благодаря механической прочности, эластичности, электроизоляционным и другим свойствам изделия из полимеров применяют в различных отраслях промышленности и в быту. Основные

типы полимерных материалов — пластические массы, резины, волокна, лаки, краски, клеи, ионообменные смолы. В технике полимеры нашли широкое применение в качестве электроизоляционных и конструкционных материалов. Полимеры — хорошие электроизоляторы, широко используются в производстве разнообразных по конструкции и назначению электрических конденсаторов, проводов, кабелей. Синтетические полимеры используют либо в чистом виде, либо в сочетании с другими материалами (наполнителями, красителями, стабилизаторами и т.п.), придающими им специфические свойства. Так, например, сочетая фенолформальдегидную смолу с хлопчатобумажной тканью получают текстолит, со стекловолокном — стеклопласт, с бумагой — гетинакс.

На основе полимеров получены материалы, обладающие полупроводниковыми и магнитными свойствами. Значение биополимеров определяется тем, что они составляют основу всех живых организмов и участвуют практически во всех процессах жизнедеятельности.

#### **Порядок выполнения:**

1. Изучить теоретический материал, проанализировать данные таблицы и привести таблицу в соответствие.

	Композиционный материал	Тип волокна	Полимер	Формула (если есть)	Матрица	Наполнитель	Применение
1.	Стеклопластики	углеродное	полиэтилен		Эпоксидные смолы	Полиэтилен	бронежилет
2.	Углепластики	стекло	полипропилен		Полиэфирные смолы	ПВХ Полиуретан	химическом машиностроении,
3.	Бакелит				Полиимиды	ткань войлок, монокристаллы	антенных обтекателей ручка переключателя скоростей автомобиля «Роллс-Ройс».
4.	Биоразлагающиеся композиты				Фенольные смолы	бумага олипара фенилтерефталамид (кевлар)	используются в авиации, ракетостроении, машиностроении, производстве космической техники, медтехники, протезов, при изготовлении легких велосипедов и другого спортивного инвентаря.
5.	стеклотекстолитом.					крахмал	

Литература:

#### **Основные источники:**

1. Химия: Учебник для сред. проф. учеб. заведений. /Ерохин Ю.М.— 4-ое изд. М. издательский центр «Академия», 2004.

#### **2. Дополнительные источники:**

1. Химия для поступающих в вузы. Учебное пособие./ Хомченко Г.П. Москва.1985г.

1. Научные исследования - <http://www.chem.msu.ru/rus/> МГУ,  
<http://www.hemi.nsu.ru/> НГУ (10.01.2014г.).