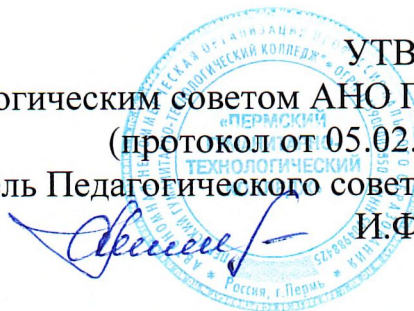


**Автономная некоммерческая организация профессионального образования  
«ПЕРМСКИЙ ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»  
(АНО ПО «ПГТК»)**

**УТВЕРЖДЕНА**  
Педагогическим советом АНО ПО «ПГТК»  
(протокол от 05.02.2026 № 01)  
Председатель Педагогического совета, директор  
И.Ф. Никитина



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА  
БП.08 «ХИМИЯ»**

для специальности

**09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением**  
(код и наименование специальности)

Квалификация выпускника  
**Программист**

Форма обучения  
**Очная**

**Пермь 2026**

Фонд оценочных средств учебной дисциплины БП.08 «ХИМИЯ» составлен в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением (утвержден приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 24 февраля 2025 г. N 138).

ФОС предназначен для студентов и преподавателей АНО ПО «ПГТК».

Автор-составитель: Ярославцева Е.Н., ст. преподаватель

Фонд оценочных средств дисциплины рассмотрен и одобрен на заседании кафедры общеобразовательных, гуманитарных и социально-экономических дисциплин, протокол № 01 от 04.02.2026.

## СОДЕРЖАНИЕ ФОС УД

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	4
1.1. Область применения ФОС .....	4
1.2. Результаты освоения учебного предмета .....	4
1.3. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения программы учебного предмета .....	10
2. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА .....	11
2.1. Перечень вопросов и заданий для текущего контроля знаний .....	11
2.2. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации .....	67
3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	71

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОС

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, осваивающих программу учебного предмета БП.08 «Химия» (базовый уровень).

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

ФОС разработаны в соответствии с ФГОС СОО и рабочей программы учебного предмета БП.08 «Химия» (базовый уровень).

### 1.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

В результате освоения учебного предмета обучающийся должен достичь следующих результатов: *личностные (ЛР), метапредметные (МР), предметные (ПР)*.

#### • **личностных:**

##### **гражданского воспитания:**

- ЛР1 сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- ЛР2 готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в общеобразовательной организации и детско-юношеских организациях;

##### **патриотического воспитания:**

- ЛР3 сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;

##### **духовно-нравственного воспитания:**

- ЛР4 сформированность нравственного сознания, этического поведения;
- ЛР5 осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

##### **эстетического воспитания:**

- ЛР6 эстетическое отношение к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, труда и общественных отношений;

##### **физического воспитания:**

- ЛР7 сформированность здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью;

**трудового воспитания:**

- ЛР8 готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;
- ЛР9 готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

**экологического воспитания:**

- ЛР10 сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем;
- ЛР11 планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;
- ЛР12 активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде;
- ЛР13 умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий, предотвращать их;
- ЛР14 расширение опыта деятельности экологической направленности;

**ценности научного познания:**

- ЛР15 сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;

***• метапредметных:***

**универсальными учебными познавательными действиями:**

**а) базовые логические действия:**

- МР1 самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
- МР2 устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;
- МР3 определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- МР4 выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- МР5 вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

**б) базовые исследовательские действия:**

- МР6 владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем;

- МР7 способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
- МР8 овладение видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;
- МР9 формирование научного типа мышления, владение научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;
- МР10 ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- МР11 выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;
- МР12 анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;
- МР13 давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт;
- МР14 разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;
- МР15 ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения;

#### **в) работа с информацией:**

- МР16 владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;
- МР17 создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;
- МР18 оценивать достоверность, легитимность информации, ее соответствие правовым и морально-этическим нормам;
- МР19 использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;
- МР20 владеть навыками распознавания и защиты информации, информационной безопасности личности.

#### **Овладение универсальными коммуникативными действиями:**

##### **а) общение:**

- МР21 осуществлять коммуникации во всех сферах жизни;
- МР22 развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

#### **б) совместная деятельность:**

- МР23 понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;
- МР24 принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников обсуждать результаты совместной работы;
- МР25 координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

#### **Овладение универсальными регулятивными действиями:**

##### **а) самоорганизация:**

- МР26 самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- МР27 самостоятельно составлять план решения проблемы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

##### **б) самоконтроль:**

- МР28 давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

##### **в) эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:**

- МР29 самосознания, включающего способность понимать свое эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;
- МР30 саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

##### **г) принятие себя и других людей:**

- МР31 принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;
- *предметных:*

ПР1) сформированность представлений: о химической составляющей естественнонаучной картины мира, роли химии в познании явлений природы, в формировании мышления и культуры личности, ее функциональной грамотности, необходимой для решения практических задач и экологически обоснованного отношения

к своему здоровью и природной среде;

ПР2) владение системой химических знаний, которая включает: основополагающие понятия (химический элемент, атом, электронная оболочка атома, s-, p-, d-электронные орбитали атомов, ион, молекула, валентность, электроотрицательность, степень окисления, химическая связь, моль, молярная масса, молярный объем, углеродный скелет, функциональная группа, радикал, изомерия, изомеры, гомологический ряд, гомологи, углеводороды, кислород- и азотсодержащие соединения, биологически активные вещества (углеводы, жиры, белки), мономер, полимер, структурное звено, высокомолекулярные соединения, кристаллическая решетка, типы химических реакций (окислительно-восстановительные, экзо- и эндотермические, реакции ионного обмена), раствор, электролиты, неэлектролиты, электролитическая диссоциация, окислитель, восстановитель, скорость химической реакции, химическое равновесие), теории и законы (теория химического строения органических веществ А.М. Бутлерова, теория электролитической диссоциации, периодический закон Д.И. Менделеева, закон сохранения массы), закономерности, символический язык химии, фактологические сведения о свойствах, составе, получении и безопасном использовании важнейших неорганических и органических веществ в быту и практической деятельности человека;

ПР3) сформированность умений выявлять характерные признаки и взаимосвязь изученных понятий, применять соответствующие понятия при описании строения и свойств неорганических и органических веществ и их превращений; выявлять взаимосвязь химических знаний с понятиями и представлениями других естественнонаучных предметов;

ПР4) сформированность умений использовать наименования химических соединений международного союза теоретической и прикладной химии и тривиальные названия важнейших веществ (этилен, ацетилен, глицерин, фенол, формальдегид, уксусная кислота, глицин, угарный газ, углекислый газ, аммиак, гашеная известь, негашеная известь, питьевая сода и других), составлять формулы неорганических и органических веществ, уравнения химических реакций, объяснять их смысл; подтверждать характерные химические свойства веществ соответствующими экспериментами и записями уравнений химических реакций;

ПР5) сформированность умений устанавливать принадлежность изученных неорганических и органических веществ к определенным классам и группам соединений, характеризовать их состав и важнейшие свойства; определять виды химических связей (ковалентная, ионная, металлическая, водородная), типы кристаллических решеток веществ; классифицировать химические реакции;



ПР6) владение основными методами научного познания веществ и химических явлений (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование);

ПР7) сформированность умений проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям химических реакций с использованием физических величин, характеризующих вещества с количественной стороны: массы, объема (нормальные условия) газов, количества вещества; использовать системные химические знания для принятия решений в конкретных жизненных ситуациях, связанных с веществами и их применением;

ПР8) сформированность умений планировать и выполнять химический эксперимент (превращения органических веществ при нагревании, получение этилена и изучение его свойств, качественные реакции на альдегиды, крахмал, уксусную кислоту; денатурация белков при нагревании, цветные реакции белков; проводить реакции ионного обмена, определять среду водных растворов, качественные реакции на сульфат-, карбонат- и хлорид-анионы, на катион аммония; решать экспериментальные задачи по темам "Металлы" и "Неметаллы") в соответствии с правилами техники безопасности при обращении с веществами и лабораторным оборудованием; представлять результаты химического эксперимента в форме записи уравнений соответствующих реакций и формулировать выводы на основе этих результатов;

ПР9) сформированность умения анализировать химическую информацию, получаемую из разных источников (средств массовой информации, сеть Интернет и другие);

ПР10) сформированность умений соблюдать правила экологически целесообразного поведения в быту и трудовой деятельности в целях сохранения своего здоровья и окружающей природной среды; учитывать опасность воздействия на живые организмы определенных веществ, понимая смысл показателя предельной допустимой концентрации.

#### **Форма промежуточной аттестации по учебному предмету**

Наименование учебного предмета	Форма промежуточной аттестации
БП.08 «Химия»	Дифференцированный зачет

### **1.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

В период обучения по образовательной программе СПО с получением среднего образования осуществляется текущий контроль успеваемости студентов и промежуточная аттестация по общеобразовательным учебным предметам.

Текущий контроль осуществляется в пределах учебного времени, отведенного на учебный предмет, оценивается по пятибалльной шкале. Текущий контроль проводится с целью объективной оценки качества освоения программы предмета, а также стимулирования учебной деятельности студентов, подготовки к промежуточной аттестации и обеспечения максимальной эффективности учебного процесса. Для оценки качества подготовки используются различные формы и методы контроля. Текущий контроль учебного предмета осуществляется в форме устного опроса; защиты практических заданий, реферата, творческих работ; выполнения контрольных и тестовых заданий.

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета.

В период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки или других ситуациях невозможности очного обучения и проведения аттестации студентов колледж реализует образовательные программы или их части с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в предусмотренных законодательством формах обучения или при их сочетании, при проведении учебных занятий, практик, текущего контроля успеваемости, промежуточной, аттестации обучающихся.

## 2. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

### 2.1. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки результатов освоения темы.

#### ТЕМА 1.1. ПРЕДМЕТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Форма: Контрольная работа**

**Практическая работа №1: составление названий соединений по международной номенклатуре ИЮПАК**

1 вариант

1) Напиши ряд гомологов алканов и формулу гексана и бутана

2) Составь названия по формулам

А)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$

Б)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \quad | \end{array}$

В)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$

3) Составьте формулу

А) 2-метилбутан

Б) 2-метил-4-этилоктан

2 вариант

1) Напиши ряд гомологов алканов и формулу пентана и пропана

2) Составь названия по формулам

А)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$

Б)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \quad | \end{array}$

В)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$

3) Составьте формулу

А) 3-метилпентан

Б) 3-метил-4-этилгексан

**ТЕМА 1.1. ПРЕДМЕТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ –**

**ТЕМА 1.5. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ ПЕРЕРАБОТКА**

**Форма: Контрольная работа**

**Практическая работа № 2. Предельные и непредельные углеводороды**

Вариант 1

1. Общая формула гомологического ряда алканов: (1б)

1.  $C_nH_{2n}$             2.  $C_nH_{2n+2}$             3.  $C_nH_{2n-2}$             4.  $C_nH_{2n-6}$

2. Только одинарные связи присутствуют в молекулах (1б)

1. этана    2. этен    3. этина    4. бутадиена -1,3

3. Вещество с молекулярной формулой  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$  относится к классу (1б)

1. алкенов    2. алканов    3. диенов    4. алкинов

4. Во время процесса горения алканы образуют: (1б)

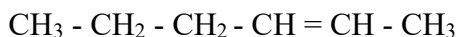
1. воду            2. алкины            3. Воду и углекислый газ

5. Гомологи – это : (1б)

1. Гексан и гексаналь.    2. Пропан и бутан.

3. Бутан и бутен.            4. Бутан и пентил.

6. распиши типы гибридизации и связей в формуле (4б)



7. Напишите структурные формулы соединений: (4б)

а) 2-метилгексен-1

б) пентин-2

8. Назовите соединения: (6б)

а)  $CH_3 - CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$



б)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH = CH - CH_3$

в)  $CH \equiv C - CH_3 - CH - CH_2 - CH_3$



9. Составьте реакцию галогенирования для бутана (+Cl<sub>2</sub>) (2б)

10. Дайте определение крекингу (2б)

Вариант 2

1. Общая формула гомологического ряда алкенов: (1б)

1. C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>            2. C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>            3. C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>            4. C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub>

2. Двойная связь присутствуют в молекуле(1б)

1. этана    2. этен    3. этина    4. бутадиена -1,3

3. Вещество с молекулярной формулой CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> относится к классу(1б)

1. алкенов    2. алканов    3. алкинов    4. спиртов

4. Во время процесса дегалогенирования алкены: (1б)

1. Присоединяют водород

2. Присоединяют галоген

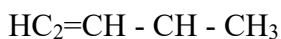
3. Отщепляют галоген

5. Гомологи – это : (1б)

1. Гексан и гексаналь.    2. Гексан и гексен.

3. Бутан и пентан.    4. Бутан и пентил.

6. напиши типы гибридизации и связей в формуле (4б)



7. Напишите структурные формулы соединений: (4б)

а) 4-метилпентен-2

б) гексин-1

8. Назовите следующие углеводороды по международной номенклатуре: (6б)

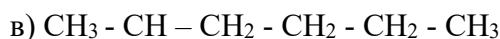


а) HC≡C - CH<sub>2</sub> - C - CH<sub>3</sub>



б) HC<sub>2</sub>=CH - CH - CH<sub>3</sub>





9. Составьте реакцию галогенирования для этена (+Cl<sub>2</sub>) (2б)

10. Напишите природные источники алканов(2б)

### ТЕМА 2.3. УГЛЕВОДЫ

**Форма: практическая работа**

**Практическая работа № 3. Углеводы: состав, классификация углеводов (моно-, ди- и полисахариды).**

В группах прочитать информацию и оформить ее по плану с последующим выступлением.

План:

1. Определение, общая формула.
2. Физические свойства.
3. Химические свойства.
4. Биологическая роль.
5. Применение углеводов.

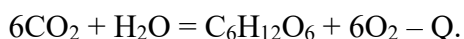
Информация:

Глюкоза.

Глюкоза (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) («виноградный сахар», декстроза) встречается в соке многих фруктов и ягод, в том числе и винограда, отчего и произошло название этого вида сахара. Является шестиатомным сахаром (гексозой). Глюкоза является самым распространённым углеводом.

#### Нахождение в природе.

В природе глюкоза наряду с другими углеводами образуется в процессе фотосинтеза в присутствии хлорофилла, содержащего атом магния:



В особом виде глюкоза содержится почти во всех органах зелёных растений. Особенно её много в виноградном соке, поэтому глюкозу иногда называют виноградным сахаром. Мёд в основном состоит из смеси глюкозы с фруктозой. В организме человека глюкоза содержится в мышцах, в крови (0.1 - 0.12 %) и служит основным источником энергии для клеток и тканей организма. Повышение концентрации глюкозы в крови приводит к усилению выработки гормона поджелудочной железы — инсулина,

уменьшающего содержание этого углевода в крови. В связанном виде глюкоза имеется в сахарозе, мальтозе, лактозе, целлюлозе, крахмале и других ди- и полисахаридах.

#### Получение.

Первый синтез глюкозы из формальдегида в присутствии гидроксида кальция был произведён А. М. Бутлеровым в 1861 году. Глюкоза может быть получена гидролизом природных веществ, в состав которых она входит. В производстве её получают гидролизом картофельного и кукурузного крахмала кислотами. В природе глюкоза наряду с другими углеводами образуется в результате реакции фотосинтеза.

#### Физические свойства.

Глюкоза — белое кристаллическое вещество со сладким вкусом, хорошо растворимое в воде. Из водного раствора она выделяется в виде кристаллогидрата  $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$ . Растворима так же в органических растворителях, аммиачном растворе гидроксида меди —  $Cu(NH_3)_4(OH)_2$ , в концентрированном растворе хлорида цинка и концентрированном растворе серной кислоты.

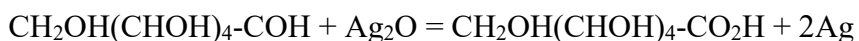
#### Химические свойства.

Глюкоза обладает химическими свойствами, характерными для спиртов и альдегидов. Кроме того, она обладает и некоторыми специфическими свойствами:

1. Реагирует с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров (пять гидроксильных групп глюкозы вступают в реакцию с кислотами).

2. Как многоатомный спирт реагирует с гидроксидом меди (II) с образованием алкоголята меди (II).

3. Реагирует с оксидом серебра (I) в аммиачном растворе (реакция “серебряного зеркала”):

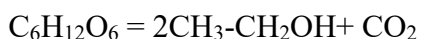


4. Окисляется гидроксидом меди (II) (с выпадением красного осадка).

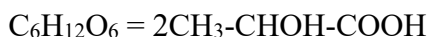
5. Под действием восстановителей превращается в шестиатомный спирт.

6. Глюкоза способна подвергаться брожению:

а) спиртовое брожение:



б) молочнокислое брожение:



в) маслянокислое брожение



#### Биологическая роль.

Большие таблетки глюкозы с витамином С известны всем. Когда такую таблетку отправляют в рот, не стоит забывать, что это в первую очередь медицинский препарат, а потом уж средство удовлетворения потребности в сладком.

Глюкоза легко проникает в кровь, не задерживаясь в пищеварительной системе. Она поддерживает организм, нормализует расстроенное пищеварение, поэтому очень часто входит в состав лекарств. Этот моносахарид извлекают из свекольной, картофельной, кукурузной патоки и даже из древесных опилок. Правда, в последнем случае глюкозу используют как промежуточный продукт при дальнейшем её биохимическом превращении в этиловый спирт.

Глюкоза – важный пищевой продукт, за счёт которого организм человека получает большую часть необходимой ему энергии.

#### Применение.

Глюкоза является ценным питательным продуктом. В организме она подвергается сложным биохимическим превращениям, в результате которых образуется диоксид углерода и вода, при этом выделяется энергия. Так как глюкоза легко усваивается организмом, её используют в медицине в качестве укрепляющего лечебного средства. Глюкоза наиболее быстро и легко в организме используется для образования гликогена – животного жира, для питания тканей мозга, работающих мышц, в том числе сердечной мышцы, для поддержания необходимого уровня сахара крови и создания запасов гликогена печени. Она служит эффективным средством поддержания питания послеоперационных, ослабленных и других тяжелобольных. Во всех случаях большого физического напряжения глюкоза может использоваться как источник энергии и быстрого удовлетворения потребности организма в сахаре.

Глюкоза так же используется при явлениях сердечной слабости, шоке, она входит в состав кровозаменяющих и противошоковых жидкостей. Глюкозу используют при интоксикации (например, при пищевом отравлении или инфекции), так как она является универсальным антитоксическим средством.

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 аскорбиновых и гликоновых кислот, 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.

#### Интересные факты.

Некоторые лягушки нашли применение глюкозе в своём организме — любопытное, хотя и гораздо менее важное. В зимнее время иногда можно найти лягушек, вмёрзших в ледяные глыбы, но после оттаивания земноводные оживают. Как же они ухитряются не замёрзнуть насмерть? Оказывается, с наступлением холодов в крови лягушки в 60 раз увеличивается количество глюкозы. Это мешает образованию внутри организма кристалликов льда.

Герои романа Жюль Верна “Дети капитана Гранта” только собирались поужинать мясом подстреленной ими дикой ламы (гуанако), как вдруг выяснилось, что оно совершенно не съедобно. “Быть может, оно слишком долго лежало?” - озадаченно спросил один из них. “Нет, оно, к сожалению, слишком долго бежало! - ответил учёный-географ. Оказывается мясо гуанако вкусно только тогда, когда животное убито во время отдыха, но если за ним долго охотиться и животное долго бежало, тогда его мясо несъедобно”. Вряд ли Паганель сумел бы объяснить причину описанного им явления. Но, пользуясь данными современной науки, сделать это совсем нетрудно. Начать придётся, правда, несколько издалека. Когда клетка дышит кислородом, глюкоза “сгорает” в ней, превращаясь в воду и углекислый газ, и выделяет энергию. Но, предположим, животное долго бежит, или человек быстро выполняет какую-то тяжёлую физическую работу. Кислород не успевает попасть в клетки мышц. Тем не менее, клетки “задыхаются” не сразу. Начинается любопытный процесс — гликолиз (что в переводе означает “расщепление сахара”). При распаде глюкозы образуется не вода и углекислота, а более сложное вещество — молочная кислота. Каждый, кто пробовал кислое молоко или кефир, знаком с её вкусом. Энергии при гликолизе выделяется в 13 раз меньше, чем при дыхании. Чем больше молочной кислоты накопилось в мышцах, тем сильнее человек или животное чувствует их усталость. Наконец, все запасы глюкозы в мышцах истощаются. Необходим отдых. Поэтому, перестав колоть дрова или взбежав по длинной лестнице, человек обычно “переводит дух”, восполняя недостаток кислорода в крови. Именно молочная кислота сделала невкусным мясо животного, подстреленного героями Жюль Верна.

#### Крахмал.

Экспериментально доказано, что химическая формула крахмала  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , где  $n$  достигает нескольких тысяч. Учёным удалось доказать, что макромолекулы крахмала состоят из остатков глюкозы, так как именно она является продуктом гидролиза крахмала. Кроме того установлено, что крахмал состоит из молекул с разветвлённой структурой.

Этим объясняется зернистое строение крахмала. Крахмал состоит из длинных сложных цепочек простых сахаров. Именно поэтому его часто называют "сложным углеводом".

#### Содержание в природе.

Какие продукты содержат много крахмала? Зерно (пшеница, рис, ячмень, овес), картофель, кукуруза, фасоль – это всё очень крахмалистые продукты. Из зерна делают хлеб, крупы и макаронные изделия, а также крекеры, печенье, торты, пироги, изготавливают муку.

#### Получение.

Крахмал получают чаще всего из картофеля. Для этого картофель измельчают, промывают водой и перекачивают в большие сосуды, где происходит отстаивание. Полученный крахмал ещё раз промывают водой, отстаивают и сушат в струе тёплого воздуха.

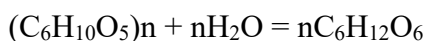
#### Физические свойства.

Крахмал – белый порошок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде он набухает и образует клейстер.

#### Химические свойства.

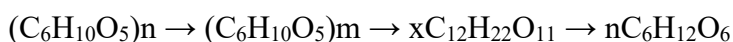
Характерной реакцией крахмала является его взаимодействие с йодом. Если к охлаждённому крахмальному клейстеру добавить раствор йода, то появляется синее окрашивание. При нагревании клейстера оно исчезает, а при охлаждении появляется вновь. Этим свойством пользуются при определении крахмала в пищевых продуктах. Так, например, если каплю йода поместить на срез картофеля или ломтик белого хлеба, то появляется синее окрашивание.

Крахмал сравнительно легко подвергается гидролизу:



(крахмал + вода = глюкоза)

В зависимости от условий гидролиз крахмала может протекать ступенчато, с образованием различных промежуточных продуктов:



(крахмал → декстрины → мальтоза → глюкоза).

Происходит постепенное расщепление макромолекул.

#### Применение.

Крахмал 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 разветвлённые. Особенно много гликогена содержится в печени (до 10 %). В организме гликоген является резервным веществом, которое превращается в глюкозу по мере его расходования в клетках.

В промышленности крахмал путём гидролиза превращают в патоку и глюкозу. Для этого его нагревают с разбавленной серной кислотой, избыток которой затем нейтрализуют мелом. Образовавшийся осадок 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 из крахмала декстрины используются в качестве клея, для загустения красок при нанесении рисунков на ткань.

Крахмал применяется для накрахмаливания белья. Под горячим утюгом происходит частичный гидролиз крахмала и превращение его в декстрины. Последние образуют на ткани плотную плёнку, которая придаёт блеск ткани и предохраняет её от загрязнения.

#### Крахмал и питание.

Лучшие из крахмалистых продуктов цельные бобы или чечевица. Крахмал, содержащийся в них, переваривается медленно. Консервированные бобы более полно усваиваются организмом, чем те, которые приготовлены из высушенного состояния. При выборе зерна, есть те, которые сохраняют свои свойства и при кулинарной обработке, такие как коричневый рис, ячмень, амарант, или лебеда.

Следует избегать хлебобулочных изделий и изделий, сделанных из муки. Лучший выбор сортов хлеба из муки специального низкого помола, которые содержат меньше крахмала и больше клетчатки.

Процесс гидролиза крахмала в организме человека сложный, но технологически обработанный крахмал уже на языке начинает свой ферментативный гидролиз, в результате которого образуется мальтоза. Мальтоза не успевает превратиться в моносахариды за то время, которое мы обычно тратим на пережёвывание, и процесс образования глюкозы из крахмала заканчивается уже в пищеварительном тракте. Однако, если содержащую крахмал пищу (например хлеб) пожевать минуту или полторы, появиться отчётливый сладкий вкус.

Наш организм получает крахмал в основном с картофелем, однако массовая доля этого углевода в клубнях картофеля не превышает 20 %. Гораздо богаче крахмалом зерновые культуры: рис – 80 %, кукуруза, пшеница – 74 %.

Крахмал является главным запасным питательным веществом. В растениях он образуется в результате процесса фотосинтеза из образовавшейся глюкозы.

Лактоза.

Лактоза - молочный сахар. Молекулярная формула -  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Единственный углевод животного происхождения, а поэтому очень важный в питании человека.

#### Физические свойства.

Внешний вид: белый твердый порошок, плотностью 1,525г/см, с температурой плавления 222,8° С. Растворимость в воде 21,6 г/100 мл.

Лактоза представляет собой дисахарид, сахар, который находится, прежде всего в молоке и формируется из галактозы и глюкозы. Лактоза составляет около 2 ~ 8% молока (по весу). Лактоза была обнаружена в молоке в 1619 году.

#### Химические свойства.

Лактоза гидролизуеться до глюкозы и галактозы.

#### Биологическая роль.

У млекопитающих существует младенческая зависимость от своей матери, выраженная в потребности пить молоко, которое богато лактозой. Кишечные ворсинки выделяют фермент, который называется лактаза, чтобы переварить лактозу. Этот фермент расщепляет молекулы лактозы в двух простых сахаров глюкозы и галактозы, которые могут быть поглощены ворсинками. У большинства млекопитающих производство лактазы постепенно уменьшается в связи с отсутствием постоянного потребления лактозы.

Многие люди, предки которых жили в Европе, Западной Азии, Индии и некоторых районах Восточной Африки поддерживать производство лактазы во взрослую жизнь. Во многих из этих областей, молоко таких млекопитающих, как крупный рогатый скот, козы, овцы используется как большой источник пищи. Следовательно, именно у жителей этих регионов, гены непрерывного производства лактазы сильнее развиты. У людей, с непереносимостью лактозы, лактоза расщепляется, и дает пищу для газодобывающих бактерий флоры кишечника, что может привести к вздутию живота, метеоризму и другие желудочно-кишечные расстройства.

#### Применение.

Использование в пищевой промышленности лактозы и лактозосодержащих молочных продуктов, заметно увеличилась с 1960 года. Например, ее мягкий вкус оказал своё влияние на использование её в качестве стабилизатора ароматов и в фармацевтической промышленности. Очищенная лактоза может быть применена как

пищевая добавки во время диеты. Лактоза применяется в качестве фермента в производстве пекарских дрожжей и в пивоварении.

#### Лактоза и человек.

Лактозу не зря называют молочным сахаром. Она содержится в молоке млекопитающих и человека. Лактоза, как и сахароза – дисахарид, только в её молекуле вместо фруктозы с глюкозой связана галактоза. Глюкоза и галактоза отличаются лишь взаимным расположением атома водорода и гидроксильной группы при одном из атомов углерода. Однако в сложных биохимических превращениях пищи такое различие имеет огромное значение.

С лактозой человек знакомится с первых дней жизни, так как в материнском молоке нет других углеводов кроме лактозы. Так же как и глюкоза, лактоза может «бродить», только ей нужны для этого свои лактозные дрожжи. Тогда в продуктах брожения накапливаются соединения, придающие молочным напиткам особый вкус. Даже самый свежий кефир с клеймом на пробке, соответствующим завтрашнему числу, уже пробыл на молокозаводе не менее четырёх суток. За это время в свежее пастеризованное молоко добавляют кефирную закваску, герметично закрывают его и выдерживают при комнатной температуре более суток. Молоко свёртывается, его охлаждают и выдерживают ещё около суток, смена температур ведёт к изменению типа брожения – молочнокислое переходит в спиртовое.

Рибоза. Дезоксирибоза.

Рибоза, моносахарид из группы пентоз (альдопентоз). Её формула  $C_5H_{10}O_5$ . Рибоза универсальный компонент всех живых организмов.

#### Физические свойства.

Бесцветные кристаллы, легко растворимые в воде и имеющие сладкий вкус.

#### Содержание в природе.

Моносахариды с пятью атомами углерода и пятью атомами кислорода не встречаются в природе в свободном виде, но являются важными составными частями олиго- и полисахаридов, содержащихся, например, в древесине. В форме протеидов (белковых соединений) пентозы находятся в коже и слюнных железах животных. Рибоза представляет собой простой углевод, сахар с пятью углеводными группами. Она является углеводной основой рибонуклеиновой кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), а также основным ингредиентом, используемым организмом для создания молекулы АТФ. Она является неотъемлемой частью рибофлавина (витамина  $B_2$ ) и нуклеотидов.

#### Биологическая роль.

Она входит в состав важнейших соединений — рибонуклеиновых кислот, нуклеозидов, моно- и динуклеотидов, осуществляющих в клетках перенос информации и энергии, а также некоторых коферментов и бактериальных полисахаридов.

Дезоксирибоза - простой углевод (моносахарид), содержащий на одну гидроксильную группу меньше, чем рибоза. Дезоксирибоза входит в состав углеводно-фосфатного скелета молекул ДНК. Нуклеозиды - гликозиды, в состав которых входят пуриновое или пиримидиновое основание и углевод рибоза или дезоксирибоза. Нуклеозиды содержатся во всех живых организмах в нуклеиновых кислотах и нуклеотидах.

#### Интересные факты.

Нет никаких сомнений в том, что дополнительное употребление рибозы существенно помогает восстановлению в сердечной мышце и скелетной мускулатуре энергетических запасов, утраченных в ходе изнурительных тренировок, при тяжелой физической работе или при ишемических состояниях, когда сокращается поступление кислорода в ткани. Такое сильное влияние рибозы обусловлено тем, что в тканях недостает ферментов, необходимых для ее быстрого синтеза, когда в этом есть потребность. Восполнение энергетических запасов замедляется, когда расходуются большие количества АТФ. В результате запасы АТФ и других соединений, необходимых для его замещения, уменьшаются. Все это объясняет, почему атлеты чувствуют себя уставшими в течение нескольких дней после интенсивной тренировки.

Должны ли мы принимать рибозу? Рибоза - это натуральный углевод, обладающий многими важными физиологическими функциями и влияющий на метаболизм и синтез волокон. Но наличие его в нашем организме ограничено. Рибоза может оказать неоценимую помощь. Однако, в научной литературе пока не существует практического руководства по применению этой добавки - то есть, того, как ее использовать, в каких количествах, в какое время и каких результатов следует ожидать.

#### Сахароза.

Молекулярная формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Сахароза — столовый сахар, получаемый из сахарной свеклы, тростника, а также коричневый сахар, черная патока. Содержится в небольшом количестве в овощах и фруктах. Сахароза представитель дисахаридов класса углеводов. Её молекула состоит из взаимно связанных остатков молекул глюкозы и фруктозы.

При исследовании химических свойств сахарозы можно убедиться, что для неё характерна реакция многоатомных спиртов — образование ярко-синего раствора при взаимодействии с гидроксидом меди (II). Реакцию серебряного зеркала с сахарозой

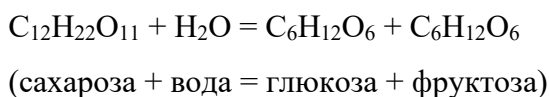
осуществить не удаётся. Следовательно, в её молекуле имеются гидроксильные группы, но нет альдегидных.

#### Физические свойства.

Сахароза является органическое соединение, широко известный как столовый сахар и иногда называется сахарозой. Белый, без запаха, кристаллический порошок со сладким вкусом. Чистая сахароза – бесцветное кристаллическое вещество сладкого вкуса, растворимое в воде. Плотность 1,587г/см<sup>3</sup>. Температура плавления 186°C. Растворимость в воде 2000г/л (25°C). При температуре 190-200<sup>0</sup> превращается в бурую массу (карамель) с выделением воды. Как и другие углеводы, сахароза сгорает до диоксида углерода и воды.

#### Химические свойства.

Важнейшее химическое свойство сахарозы – способность в присутствии минеральных кислот и при повышенной температуре подвергаться гидролизу:



#### Нахождение в природе.

Сахароза входит в состав сока сахарной свеклы (16-20%) и сахарного тростника (14-26%). В небольших количествах сахароза вместе с глюкозой содержится в плодах и листьях многих зелёных растений.

#### История сахара.

Первое производство сахара из сахарного тростника состоялась в Индии. Воины Александра Великого сообщили, что видели мед, который производится без вмешательства пчелы. И сахар оставался экзотическим продуктом в Европе, пока арабы не начали производить его в Сицилии и Испании. Только после крестовых походов сахар начал конкурировать с медом в качестве подсластителя в Европе.

#### Применение сахара.

Сахароза является самым известным углеводом за её роль в питании человека. Рафинированный сахар только первоначально был роскошью, но в конечном счете стал достаточно дешевым и обычным продуктом. Сахар основной элемент в кондитерской продукции и десертах. Сахароза имеет важное значение для структуры многих пищевых продуктов, в том числе печенья, тортов, пирогов, конфет, мороженого, шербетов и т.д...

#### Биологическая роль.

Сахароза легко усваивается в организме, что приводит к быстрому росту глюкозы в крови после приема пищи. Злоупотребление сахарозы связано с неблагоприятными последствиями для здоровья. Наиболее распространенным является кариес зубов.

Разрушение зубов, связанное с потреблением сахара опасно для здоровья. Многие слышали, что сахар может привести к образованию полостей в зубах. Хотя сахар сам по себе не образует полости, то отсутствие чистки зубов после еды сахара или других продуктов может к этому привести. Ребёнок, который употребляет много сахара и не чистит зубы на регулярной, основе подвержен появлению полостей в зубах.

Бактерии полости рта, живущие в зубном налёте, при избытке сахарозы, усиливают метаболизм сахара любого (не только сахарозы, но и глюкозы, лактозы, фруктозы, но и крахмала) в молочную кислоту. Высокая концентрация, которой ведёт к деминерализации поверхности зубов, что приводит к кариесу. Быстрота, с которой сахароза повышает уровень глюкозы в крови, может вызвать проблемы у людей, страдающих сахарным диабетом.

Диабет, болезнь, которая заставляет организм усваивать сахар плохо. Диабет возникает, когда разрушаются тела клеток, продуцирующих инсулин. Накопление глюкозы в крови, может вызвать две проблемы: в краткосрочной перспективе, клеткам начинает не хватать энергии, в долгосрочной перспективе, постоянно повышенный уровень глюкозы приводит к повышению кислотности крови, повреждению многих органов, включая глаза, почки, нервы и сердце.

Следствием повышенного содержания сахара в крови является и такая болезнь как подагра. Возникновение подагры связано с избыточным производством мочевой кислоты. Пища, богатая сахарозой может привести к подагре, так как она повышает уровень инсулина, что предотвращает выделение мочевой кислоты из организма. Концентрация мочевой кислоты в организме увеличивается, в том числе и концентрация мочевой кислоты в жидкостях организма. Мочевая кислота начинает выпадать в осадок в виде кристаллов. Исследователи находят связь между частым употреблением сладких напитков с высоким содержанием фруктозы и ростом случаев проявления подагры.

В 2003 году, Организация Объединенных Наций подготовила доклад, составленный группой из 30 международных экспертов. Группа экспертов заявила, что общее число свободных сахаров (всех моносахаридов и дисахаридов), добавленных в продукты от производителей или поваров, а также сахаров, естественно присутствующих в меде, сиропах и фруктовых соках не должна составлять более 10% потребления здорового человека. Общее число углеводов должно составлять от 55% и 75% потребления.

Наибольшее количество тростникового сахара поступает из стран с теплым климатом, таких как Бразилия, Индия, Китай, Таиланд, Мексика и Австралия.



Свекольный сахар поступает из регионов с более холодным климатом: северо-западной и Восточной Европы, Северной Японии, а также из некоторых районов Соединенных Штатов (в том числе Калифорния).

**Фруктоза.**

Фруктоза ( $C_6H_{12}O_6$ ) (плодовый или фруктовый сахар) - один из основных источников углеводов, изомер глюкозы, относится к группе моносахаридов и является кетогексозой и одним из самых важных природных сахаров. Она не может непосредственно усваиваться организмом человека, поэтому в процессе обмена веществ преобразуется в глюкозу.

Получение.

Фруктоза – моносахарид. Фруктоза вместе с глюкозой содержится в сладких плодах и мёде. Хорошо усваивается организмом. Фруктозу получают гидролизом сахарозы. По составу глюкоза – моносахарид полностью схожий с глюкозой, но отличный по строению. Кроме плодового и фруктового сахара, фруктозу можно назвать и цветочным сахаром: из нектара пчёлы переносят этот углевод в мёд. Конечно, из мёда фруктозу извлекать невыгодно, гораздо проще и дешевле подвергнуть соответствующей обработке обычный свекловичный или тростниковый сахар. Установлено, что в лекарственные свойства мёда свою лепту вносит и фруктоза.

Содержание в природе.

В природе фруктоза в свободном виде содержится во многих спелых фруктах, ягодах и мёде. В связанном виде глюкоза и фруктоза содержатся в дисахаридах – сахарозе. В связанном виде фруктоза входит в состав инсулина. Для усвоения фруктозы, не требуется инсулин, поэтому она может входить в состав диабетических продуктов. 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. Для здоровых людей, полностью заменять сахар на фруктозу не рекомендуется. Метаболизм фруктозы происходит в основном в печени - фруктоза превращается в жирные кислоты, что при большом ее употреблении может привести к ожирению. В печени фруктоза гораздо легче, чем глюкоза превращается в гликоген. Фруктоза задерживается не только печенью, но усиленно утилизируется и другими системами.

Физические свойства.

Фруктоза представляет собой белые кристаллы, очень сладкие на вкус. Она в два раза слаще сахарозы и в три раза слаще глюкозы. Фруктоза, в отличие от других сахаров,

характеризуется сравнительно невысокой стойкостью, в результате чего начинает частично изменяться уже при продолжительном кипячении.

#### Химические свойства.

Фруктоза в некоторых реакциях проявляет восстановительные свойства. Наличие в её составе кетонной функциональной группы обуславливает кето-енольную таутомерию.

#### Биологическая роль.

Фруктоза может быть основным источником углеводов для больных страдающих сахарным диабетом. Так как фруктоза примерно в два раза слаще сахара, количество сахара можно понизить на 30-50%. Это имеет решающее значение, когда речь идет о разных диетических продуктах, при приготовлении которых фруктозой можно заменить искусственные сладкие вещества, часто оказывающие отрицательное значение на здоровье. Фруктоза особенно эффективна в питании людей, страдающих диабетом, желчекаменной болезнью, атеросклерозом, ишемической болезнью сердца, аллергическими и стоматологическими заболеваниями, ожирением, а также спортсменов, пожилых людей и детей. Медики считают, что фруктоза полезнее, чем сахароза и глюкоза. Фруктоза помогает организму человека при длительном состоянии напряжения: вождении автомобиля, спорте и т. д. Фруктоза ускоряет метаболизм алкоголя в организме человека, стабилизирует уровень сахара в крови, укрепляет иммунитет. По вкусу, фруктоза мало отличается от сахара и не имеет привкуса, она безопасна с точки зрения кариеса, хорошо растворяется и характеризуется отсутствием побочных явлений. Фруктоза хорошо растворима в воде, поэтому может использоваться для приготовления напитков и десертов. Она хорошо усваивается организмом, не оказывая вредного влияния на здоровье и не вызывая побочных явлений.

#### Применение.

Фруктоза, как комплексообразователь применяется в технике обработки поверхностей металлов. Фосфаты фруктозы занимают видное место в биохимии.

Некоторые азотные соединения фруктозы имеют интересные свойства, как душистые вещества.

Фруктоза усваивается лучше сахарозы и отличается большей сладостью. Высокая сладость фруктозы позволяет использовать меньшие ее количества для достижения необходимого уровня сладости продуктов и напитков и таким образом снизить общее потребление сахаров, что имеет значение при построении пищевых рационов ограниченной калорийности. Избыток сахара (сахарозы) оказывает влияние на жировой обмен, усиливая жиरोобразование. Установлено, что при избыточном поступлении сахара усиливается превращение в жир всех пищевых веществ (крахмала, жира пищи, частично и

белка). Таким образом, количество поступающего сахара может служить в известной степени фактором, регулирующим жировой обмен. Обильное потребление сахара приводит к нарушению обмена холестерина и повышению его уровня в сыворотке крови. Избыток сахара отрицательно сказывается на состоянии и функции кишечной микрофлоры. При этом повышается удельный вес гнилостных микроорганизмов, усиливается интенсивность гнилостных процессов в кишечнике, развивается метеоризм. Установлено, что в наименьшей степени все эти недостатки проявляются при потреблении фруктозы.

Учитывая многие положительные стороны фруктозы, особенно благоприятное ее влияние на жировой и холестериновый обмен, важную роль в профилактике и снижении кариеса зубов, целесообразным считается расширение использования фруктозы в питании путем увеличения выпуска кондитерских изделий и прохладительных напитков, содержащих фруктозу вместо сахарозы. Указанные продукты могут быть рекомендованы в первую очередь в детском питании и в питании пожилых людей.

Весьма перспективно и реально использование глюкозофруктозного сиропа или кукурузного сахара. Этот новый сахар широко используют в ряде зарубежных стран. Развивается производство жидкого сахара из кукурузы в Англии, Франции, ФРГ и Японии. Глюкозно-фруктозный сироп применяется вместо обычного сахара в производстве мороженого, сладких сырков, кондитерских изделий, безалкогольных напитков и др.

#### Интересные факты.

В Журнале клинических исследований (Journal of Clinical Investigation) опубликована последняя работа Питера Хавела с коллегами. Действие фруктозы на себе испытывали 16 мужчин и 16 женщин, которых поделили на 2 смешанные группы. Все они — люди с избыточным весом. Сначала их посадили на 2-недельную строго сбалансированную диету с одинаковым для всех составом белков, жиров и углеводов, дабы привести в норму показатели липидов и холестерина в крови и исходить из равных данных. Следующие 10 недель люди из первой группы употребляли напитки с глюкозой, а из второй — с фруктозой. В обоих случаях напитки обеспечивали до 25% дневной энергетической потребности. В результате эксперимента люди в обеих группах поправились одинаково — примерно на 1,5 кг, но только у тех, кто употреблял подслащенные фруктозой напитки, увеличился объем внутрибрюшного жира. Этот жир на животе известен тем, что увеличивает риск ранней смерти, и избавиться от него очень трудно. Анализы людей, принимавших фруктозу, показали уменьшение чувствительности к инсулину и резкое повышение содержания холестерина и липидов в крови, что является

признаком метаболического синдрома. А он, в свою очередь, увеличивает риск инфарктов и других сердечнососудистых заболеваний.

До этого момента фруктоза считалась удачным и полезным для здоровья сахарозаменителем, который предлагали нам и диетологи, и врачи для уменьшения риска развития диабета и сердечнососудистых заболеваний. Последние исследования показывают, что сахар остается сахаром в любом виде.

#### Целлюлоза.

Целлюлоза органическое соединение с формулой  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , полисахарид, состоящий из линейной цепочки от нескольких сотен до более десяти тысяч остатков глюкозы. Целлюлоза один из полисахаридов сложного строения. Отличие целлюлозы от крахмала в характере сочленения циклических фрагментов глюкозы, из которых образованы оба полисахарида. В целом в гигантских молекулах целлюлозы (клетчатки) больше линейных, а не разветвлённых как в крахмале участков. Цепочка целлюлозы имеет вид нити, спиралеобразно закрученной вокруг своей оси и удерживаемой в таком положении водородными связями гидроксильных остатков глюкозы.

#### Содержание в природе.

Целлюлоза структурный компонент клеточной стенки растений. Некоторые виды бактерий выделяют её в форме биопленок. Целлюлоза является самым распространенным органическим соединением на Земле. Она составляет около 33% от массы всех произведённых растениями органических веществ. Содержание целлюлозы в хлопчатнике составляет 90%, а в древесине составляет 40-50%. Целлюлоза является главной составной частью оболочек растительных клеток, образуется в растениях в результате фотосинтеза.

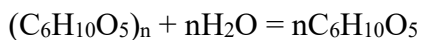
Большинство млекопитающих имеют очень ограниченную способность переваривать пищевые волокна, такие как целлюлоза. Некоторые жвачные животные, такие как коровы и овцы содержат определенные симбиотические анаэробные бактерии во флоре рубца, и эти бактерии производят ферменты - целлюлазы, которые помогают микроорганизмам разрушать целлюлозу. Аналогичным образом, термиты содержат в своем организме простейших жгутиконосцев, которые производят такие ферменты; которые содержат бактерии для переваривания целлюлозы. Некоторые термиты могут также произвести свои собственные целлюлазы. Грибы, которые в природе отвечают за переработку питательных веществ, также в состоянии расщеплять молекулы целлюлозы.

#### Физические свойства.

Целлюлоза - волокнистое вещество, нерастворимое ни в воде, ни в обычных органических растворителях. Растворителем её является реактив Швейцера – раствор гидроксида меди (II) с аммиаком, с которым она одновременно и взаимодействует.

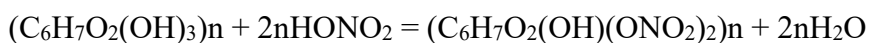
### Химические свойства.

Одно из наиболее характерных свойств целлюлозы – способность в присутствии кислот подвергаться гидролизу с образованием глюкозы. Гидролиз целлюлоза протекает ступенчато. Суммарно этот процесс можно выразить так:



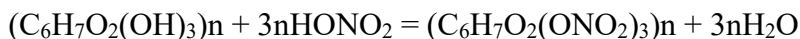
(целлюлоза + вода = глюкоза)

Так как в молекулах целлюлозы имеются гидроксильные группы, то для неё характерны реакции этерификации. Из них практическое значение имеют реакции целлюлозы с азотной кислотой и ангидридом уксусной кислоты. При взаимодействии целлюлозы с азотной кислотой, в присутствии концентрированной серной кислоты, в зависимости от условий образуются динитроцеллюлоза и тринитроцеллюлоза, являющиеся сложными эфирами:



(целлюлоза + азотная кислота = динитроцеллюлоза + вода)

или



(целлюлоза + азотная кислота = тринитроцеллюлоза + вода).

Целлюлоза горит. При этом образуются оксид углерода (IV) и вода.

При нагревании древесины без доступа воздуха происходит разложение целлюлозы. При этом получают древесный уголь, метан, метиловый спирт, уксусную кислоту, ацетон и другие продукты.

### Применение целлюлозы.

Целлюлоза была обнаружена в 1838 году французским химиком Ансельмом Пайеном. Целлюлоза используется человеком с древних времён. Применение её весьма разнообразно.

Целлюлоза основной компонент бумаги, картона, а также текстиля и других растительных волокон. Для промышленного использования, целлюлозу получают из древесины и хлопка. Образцом почти чистой целлюлозы является вата, полученная из очищенного хлопка. Наиболее распространённым в нашей стране является способ получения целлюлозы из древесины. Далее целлюлоза используется для производства картона и бумаги, в меньшей степени для получения таких продуктов как целлофан.

Большое значение имеют продукты этерификации целлюлозы. Так, например, из ацетилцеллюлозы получают ацетатный шёлк.

Ацетилцеллюлоза идёт на производство негорючей плёнки и органического стекла, пропускающего ультрафиолетовые лучи.

Целлюлоза используется в качестве сырья в производстве нитроцеллюлозы, которая исторически использовалась для получения бездымного пороха. Для этого тринитроцеллюлозу растворяют в этилацетате или ацетоне. После испарения растворителей компактную массу размельчают и получают бездымный порох.

Динитроцеллюлоза является базовым материалом для получения коллодия. В этих целях её растворяют в смеси спирта и эфира. После испарения растворителей образуется плотная плёнка – коллодий, применяемый в медицине. Динитроцеллюлоза идёт также на производство целлулоида, который использовался для фото- и кинофильмов до середины 1930-х годов.

Целлюлоза используется для изготовления водорастворимых клеев, в том числе обойных. Целлюлоза используется в лаборатории для тонкослойной хроматографии. Её волокна используются для создания фильтрующего слоя из инертного материала.

Целлюлозная изоляция из переработанной бумаги становится популярной, как экологически предпочтительный материал для изоляции зданий.

Преобразование целлюлозы в биотопливо, такое как целлюлозный этанол рассматривается в качестве альтернативного источника топлива.

Микrokристаллическая целлюлоза и порошкообразная целлюлоза используются в качестве неактивных наполнителей в таблетках и в качестве загустителей и стабилизаторов в обработанных пищевых продуктах.

Волокна целлюлозы широко известны в качестве диетического компонента. Диетические волокна целлюлозы в продуктах питания не разрушаются пищеварительными ферментами и секрецией желудочно-кишечного тракта. Диеты с высоким содержанием клетчатки вызывают увеличение размера стула и могут помочь предотвратить или вылечить запор. Целлюлозное волокно может защитить от развития рака толстой кишки.

Пищевые волокна могут ограничивать поглощение холестерина путем связывания желчных кислот. Диеты с высоким содержанием клетчатки (ниже холестерина) могут предотвратить сердечнососудистые заболевания. Некоторые волокна, такие как пектин и геркулес, являются более эффективными, чем другие, такие как пшеница, для понижения холестерина. Пищевые волокна можно найти только в растительных продуктах, таких как фрукты, овощи, орехи и зерна. Хлеб из пшеницы грубого помола содержит больше клетчатки, чем обычный хлеб, а яблоки содержат больше клетчатки, чем яблочный сок, что показывает, что переработка пищевых продуктов удаляет волокна.

## ТЕМА 2.1. СПИРТЫ. ФЕНОЛ - ТЕМА 2.3. УГЛЕВОДЫ

**Форма: Самостоятельная работа**

Сделать рисунок или модель кислородсодержащих органических соединений

## ТЕМА 2.1. СПИРТЫ. ФЕНОЛ - ТЕМА 2.3. УГЛЕВОДЫ

**Форма: Контрольная работа**

### Практическая работа № 4. Кислородсодержащие соединения

Кислородсодержащие органические соединения и их природные источники

I вариант

Часть А. Тестовые задания с выбором ответа и на установление соответствия

1. Общая формула предельных одноатомных спиртов:

О

А. R---ОН

В. R-C

О

ОН

Б. R-C

Г. C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>m</sub>

O---R

2. Название функциональной группы

О

-C :

ОН

А. Карбонильная

В. Карбоксильная

Б. Гидроксильная

Г. Нитрогруппа

3. Формула этаноля:

О

О

А. Н С

В. CH<sub>3</sub> С

ОН

Н

О

Б. CH<sub>3</sub> С

Г. CH<sub>3</sub> CH<sub>2</sub>ОН

ОН

4. Маргарин получают в ходе реакции:

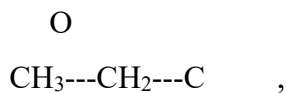
А. гидрирования

В. гидролиза

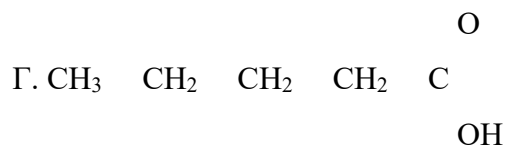
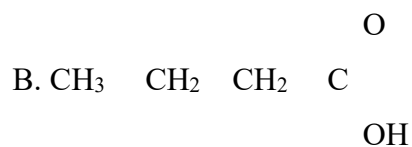
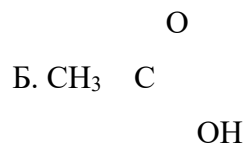
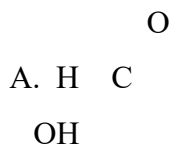
Б. дегидрирования

Г. галогенирования

5. Предыдущим гомологом вещества, формула которого



является:



6. Сложный эфир можно получить реакцией:

A. Галогенирования

B. Гидролиза

B. Гидрирования

Г. Этерификации

7. Вещество, используемое в косметической промышленности:

A. Уксусная кислота

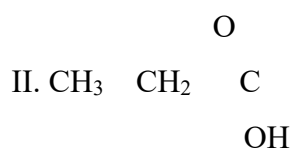
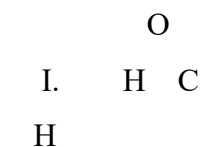
B. Муравьиный альдегид

B. Этиленгликоль

Г. Глицерин

8. Соотнесите формулу и класс и назовите вещества:

Формула вещества:





Класс соединений:

1. Альдегиды
2. Одноатомные спирты
3. Карбоновые кислоты
4. Сложные эфиры

Часть Б. Задания со свободным ответом

9. Роль жиров в организме
10. Применение уксусной кислоты

Доп. задание

11. Во время практической работы при неосторожности обращения опрокинулась спиртовка, горящий спирт разлился по столу. Предложите способы тушения огня.

Кислородсодержащие органические соединения и их природные источники

II вариант

Часть А. Тестовые задания с выбором ответа и на установление соответствия

1. Альдегидом является вещество, формула которого:

А.  $\text{CH}_3\text{COOH}$

В.  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

О

Б.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$

Г.  $\text{CH}_3\text{-C}$

О  $\text{C}_2\text{H}_5$

2. Функциональная группа, входящая в состав альдегидов:

А.  $\text{---OH}$

В.  $\text{C=O}$

О

О

Б.  $\text{---C}$

Г.  $\text{---C}$

Н

О---

3. Формула пропановой кислоты:

А.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$

В.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$

О

О

Б.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}$

Г.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}$

ОН

Н

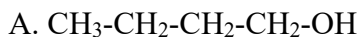
4. Гомологом вещества, формула которого

О

$\text{CH}_3\text{-CH-C}$  ,

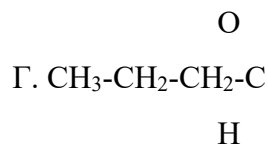
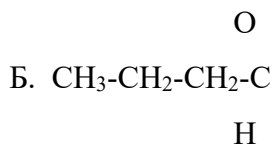
ОН

является:



O

ОН



5. Мыло получают реакцией

A. гидролиз

B. дегидратация

Б. гидратация

Г. гидрирование

6. Укусный альдегид взаимодействует с веществом, формула которого:

A.  $\text{CuO}$

B.  $\text{CH}_3\text{OH}$

Б.  $\text{Ag}_2\text{O}$

Г.  $\text{NaOH}$

7. В состав растительных жиров входят:

A. предельные кислоты

B. предельные альдегиды

Б. непредельные кислоты

Г. Непредельные спирты

8. Соотнесите формулу и класс и назовите вещества:

Формула вещества:

O

I.  $\text{H---C}$

ОН O

II.  $\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---C}$

Н

III.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Класс соединений:

1. Одноатомные спирты

2. Альдегиды

3. Карбоновые кислоты

4. Многоатомные спирты

Часть Б. Задания со свободным ответом

9. Эфиры в природе

10. Применение формальдегида

Доп. задание

11. При выполнении практической работы «Получение этилена» лопнула пробирка со смесью этилового спирта и концентрированной серной кислоты. Опишите ваши действия.

## **ТЕМА 2.5. ПЛАСТМАССЫ. КАУЧУКИ. ВОЛОКНА**

**Форма: Защита сообщений**

**Практическая работа № 5. Подготовка сообщений**

Темы:

Искусственные:

- 1) Казеиновое
- 2) Зинное
- 3) Триацетатное
- 4) Вискозное
- 5) Медно-аммиачное
- 6) Ацетатное

Синтетические:

- 7) Карбоцепные
- 8) Полнитрон
- 9) Нейлон
- 10) Винол
- 11) Дайнема
- 12) Найден
- 13) Лавсан
- 14) Капрон
- 15) Спандекс

Натуральные:

- 16) хлопок
- 17) шерсть
- 18) шёлк

Натуральный и синтетические каучуки:

- 19) бутадиеновый
- 20) хлоропреновый
- 21) изопреновый

Критерии:

- 1) Сырье
- 2) Способ получения
- 3) Физические свойства
- 4) Химические свойства
- 5) Применение
- 6) + волокна
- 7) - волокна

**ТЕМА 1.1. ПРЕДМЕТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ –  
ТЕМА 2.5. ПЛАСТМАССЫ.КАУЧУКИ. ВОЛОКНА**

**Форма: Контрольная работа**

**Практическая работа № 6. Итоговый тест по органической химии**

Вариант 1

Задание 1

Дано вещество:  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$

- А) определите тип гибридизации каждого атома углерода
- Б) подпишите тип связи в это вещество
- В) укажите к какому классу относится это вещество
- Г) дайте название этому веществу
- Д) достройте гомолог с длинной цепью и укороченной.

Задание 2

А)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-COOH}$

Б)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$

I

$\text{CH}_3$

В)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$

I

ОН

- 1) Определите класс веществ
- 2) Назовите
- 3) Проклассифицируйте 1 соединение на выбор

Задание 3

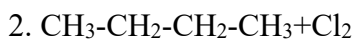
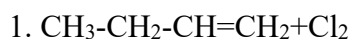
Соотнесите название веществ и класс

1. Бутан	А. Спирты
2. Бутин	Б. Алканы

3. Бутанол	В. Алкины
4. Бутаналь	Г. Карбоновые кислоты
5. Бутановая кислота	Д. Альдегиды

Задание 4

Составьте уравнение реакций



Задание 5.

1. Назовите функции белков в организме
2. Мономером углеводов является
3. Перечислите природные источники алканов

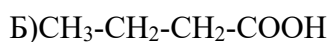
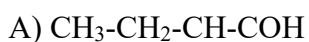
Вариант 2

Задание 1

Дано вещество:  $\text{CH=C-CH}_2\text{-CH}_3$

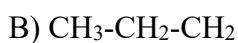
- А) определите тип гибридизации каждого атома углерода
- Б) подпишите тип связи в это вещество
- В) укажите к какому классу относится это вещество
- Г) дайте название этому веществу
- Д) достройте гомолог с длинной цепью и укороченной.

Задание 2



I

$\text{CH}_3$



I

ОН

- 4) Определите класс веществ
- 5) Назовите
- 6) Проклассифицируйте 1 соединение на выбор

Задание 3

Соотнесите название веществ и класс

6. Пентан	А. Спирты
7. Пентин	Б. Алканы

8. Пентанол	В. Алкины
9. Пентаналь	Г. Карбоновые кислоты
10. Пентановая кислота	Д. Альдегиды

Задание 4

Составьте уравнение реакций

1.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2$
2.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2$
3.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{HCl}$

Задание 5.

1. Назовите функции липидов в организме
2. Перечислите способы применения алкенов
3. Мономером белков является

### ТЕМА 3.1 ХИМИЯ – НАУКА О ВЕЩЕСТВАХ

**Форма: Практическая работа**

**Практическая работа № 7. Количественные отношения в химии, основные количественные законы в химии и расчеты по уравнениям химических реакций.**

Относительные атомная и молекулярная массы.

1. Запишите относительную атомную массу химических элементов, оформив через  $A_r$   
Титан, молибден, кобальт, германий
2. Вычислите относительную молекулярную массу следующих химических соединений:

А) гидрокарбонат калия  $\text{KHCO}_3$

Б) гидроксид кальция  $\text{Ca(OH)}_2$

В) серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Количество вещества

1. Какой объем при н.у. занимают 64г оксида серы (IV)?
2. Какую массу имеют  $3 \cdot 10^{24}$  молекул углекислого газа (оксида углерода (IV))?
3. Какую массу имеют 44,8 л при н.у. угарного газа (оксид углерода (II))?
4. Какой объем занимают  $6 \cdot 10^{23}$  молекул сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ ?
5. Какой объем при н.у. занимают 96г озона  $\text{O}_3$ ?
6. Сколько молекул хлора  $\text{Cl}_2$  содержится в 284г его?

Закон Авогадро и его следствия. Молярный объем веществ в газообразном состоянии

1. Какой объем (в л) будут занимать 5 моль оксида углерода (I V) ; 3 моль аммиака (н. у.)?

2. Какой объем (в л) будут занимать 2, 5 моль этана (н. у.)?

3. Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать газы: оксид углерода ( II) и оксид углерода ( I V) количеством вещества по 3 моль каждого ( н. у. )

Массовая и объемная доли компонентов смеси.

1. В 150 г воды растворили 50 г фосфорной кислоты. Найдите массовую долю кислоты в полученном растворе.

2. К 300 л воздуха добавили 60 л азота. Вычислите массы кислорода и азота, которые можно получить из этой смеси.

3. Слили два раствора калийной селитры: 160 г 5%-го и 140 г 20%-го. Какова массовая доля калийной селитры в полученном растворе?

### **ТЕМА 3.2 СТРОЕНИЕ АТОМА –**

### **ТЕМА 3.3. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ТАБЛИЦА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА.**

**Форма: Практическая работа**

**Практическая работа № 8. Характеристика элементов с учетом местонахождения в периодической системе. Определение элемента по электронной формуле. Определение с помощью ПС формул высших оксидов, их характеристика.**

#### **Вариант 1**

1. Пользуясь периодической таблицей, дайте характеристику химическому элементу по плану:

- а) название химического элемента, его символ;
- б) относительная атомная масса (округлённо до целого числа);
- в) заряд ядра атома;
- г) число протонов в ядре атома;
- д) общее число электронов;
- е) номер периода, группы, в котором расположен химический элемент.
- ж) составьте электронную формулу

#### **Вариант 2**

1. Пользуясь периодической таблицей, дайте характеристику химическому элементу по плану:

- а) название химического элемента, его символ;
- б) относительная атомная масса (округлённо до целого числа);

- в) заряд ядра атома;
- г) число протонов в ядре атома;
- д) общее число электронов;
- е) номер периода, группы, в котором расположен химический элемент.
- ж) составьте электронную формулу

**Назначение:**

**ФОС предназначен для контроля и оценки результатов освоения темы**

**Тема 3.4. Типы химической связи.**

**Форма: Групповая работа**

**Практическая работа №9: Понятие о химической связи. Типы химических связей: ковалентная, ионная, металлическая и водородная. Типы кристаллических решеток у веществ.**

Студенты делятся на группы по типам связи. Каждая группа заполняет таблицу по своему типу связи. Группы рассказывают про свой тип связи и заполняют всю таблицу.

Тип связи	Механизм возникновения	Сила связи	Примеры веществ	Механизм возникновения	Сила связи	Примеры веществ
Ионная						
Ковалентная неполярная						
Ковалентная полярная						
Металлическая						
Водородная						

Самостоятельная часть

1 вариант

1. Определите тип химической связи в следующих веществах: (5 баллов)

Li<sub>2</sub>O, HBr, KBr, Br<sub>2</sub>O, Br<sub>2</sub>.

2. Из данного перечня выберите вещества с ионным характером связи: (2 балла)

H<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, HF, F<sub>2</sub>O, KF, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

2 вариант

1. Определите тип связи в следующих веществах: (5 баллов)

LiF, F<sub>2</sub>, OF<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>, CaC<sub>2</sub>.

2. Из данного перечня выберите вещества с ковалентной полярной связью: (2 балла)



### ТЕМА 3.5. ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

**Форма: Выполнение заданий в группах**

**Практическая работа № 10. Составление уравнений реакций соединения, разложения, замещения, обмена.**

Задание 1.

С помощью таблицы дайте определение типам реакции

Тип реакции	Схема реакции	Пример химической реакции (химическое уравнение)
Соединения	$A + B = AB$	$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
Разложения	$AB = A + B$	$2KMnO_4 \xrightarrow{t} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2 \uparrow$
Замещения	$AB + C = AC + B$	$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2 \uparrow$
Обмена	$AB + CD = A D + CB$	$AgNO_3 + HCl = AgCl \downarrow + HNO_3$

Реакция соединения –

Реакция разложения –

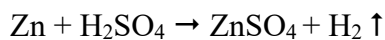
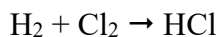
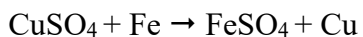
Реакции замещения –

Реакция обмена –

Задание 2.

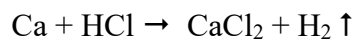
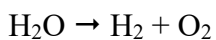
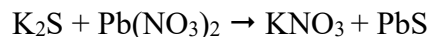
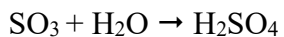
К-1

Укажите реакцию разложения, подберите коэффициенты.



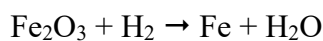
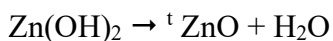
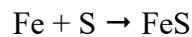
К-2

Укажите реакцию замещения, подберите коэффициенты.



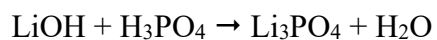
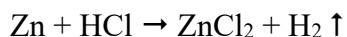
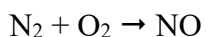
К-3

Укажите реакцию соединения, подберите коэффициенты.



К-4

Укажите реакцию обмена, подберите коэффициенты.



Задание 3.

1) Если вы правильно охарактеризуете реакции разложения и соединения, то сумма чисел, соответствующих ответам, будет равна относительной молекулярной массе гидроксида натрия (NaOH).

Характеристика реакций	Реакция разложения	Реакция соединения
Получается одно новое вещество	1	9
Одно исходное вещество	11	6
Получается несколько новых веществ	8	5
Несколько исходных веществ	7	12

$$M_r(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40$$

2) К какому типу химических реакций нужно отнести следующие реакции? Из букв, соответствующих правильным ответам, вы получите название химического элемента.

Уравнение реакций	Реакция соединения	Реакция разложения	Реакция замещения
$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$	Ц	Ч	Н
$2\text{Na} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}$	И	Ё	Ю
$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$	Т	К	Р
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3 \uparrow$	Е	Н	О
$2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	Ш	Л	Х
$\text{Mg} + \text{CuCl}_2 = \text{MgCl}_2 + \text{Cu}$	Л	Н	Ь

### ТЕМА 3.5. ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

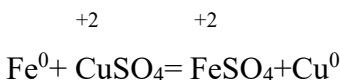
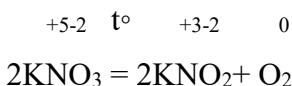
**Форма: Выполнение заданий в группах**

**Практическая работа**

**Практическая работа № 11. Уравнения окисления-восстановления. Степень окисления. Окислитель и восстановитель. Составление и уравнивание окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.**

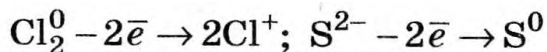
Теория окислительно-восстановительных реакций.

Окислительно – восстановительными реакциями (ОВР) называются реакции, протекающие с изменением степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ.

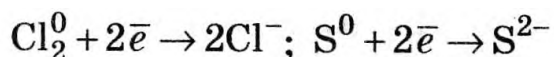


Основные положения теории

I. Окислением называется процесс присоединения электронов атомов, молекулой или ионом.

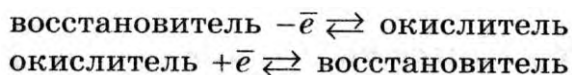


II. Восстановлением называется процесс присоединения электронов атомов, молекулой или ионом.



III. Атомы, молекулы, ионы, отдающие электроны, называются восстановителями, в реакции они окисляются. Степень окисления повышается. Атомы, молекулы, ионы, присоединяющие электроны, называются окислителями, в реакции они восстанавливаются. Степень окисления понижается.

IV. Окисление всегда сопровождается восстановлением и наоборот:



Число электронов, отдаваемых восстановителем, равно числу электронов, присоединенных окислителем.

Важнейшие окислители и восстановители

- Восстановители: металлы, водород, углерод, оксид углерода (II) CO, сероводород H<sub>2</sub>S, оксид серы (IV) SO<sub>2</sub>, сернистая кислота H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> и ее соли; йодоводородная кислота HI,

бромоводородная кислота HBr, хлороводородная кислота HCl; некоторые катионы солей металлов: сульфат железа (II) FeSO<sub>4</sub>, Mn<sup>2+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>; азотистая кислота HNO<sub>2</sub>, аммиак NH<sub>3</sub>, гидразин N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, оксид азота (II) NO; фосфористые кислоты HPO<sub>2</sub> и H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>; альдегиды, спирты, муравьиная, щавелевая кислоты, глюкоза.

Катод при электролизе.

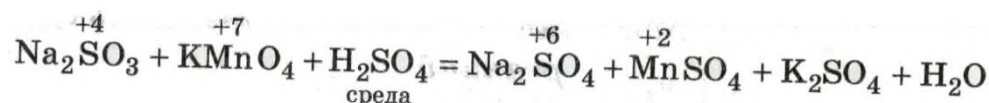
- Окислители: кислород O<sub>2</sub>, озон O<sub>3</sub>, фтор, галогены; перманганат калия KMnO<sub>4</sub>, манганат калия K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>, оксид марганца MnO<sub>2</sub>; азотная кислота, концентрированная серная кислота; пероксид водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; хромат K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> и дихромат K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> калия; оксид меди (II) CuO, оксид серебра (I) Ag<sub>2</sub>O, оксид олова (IV) SnO<sub>2</sub> и свинца (IV) PbO<sub>2</sub>; ионы металлов, стоящих в ряду активности после водорода: Ag<sup>+</sup>, Au<sup>3+</sup>; гипохлориты, хлораты и перхлораты; «Царская водка» - смесь трех объемов HCl и одного объема HNO<sub>3</sub> концентрированных.

Анод при электролизе.

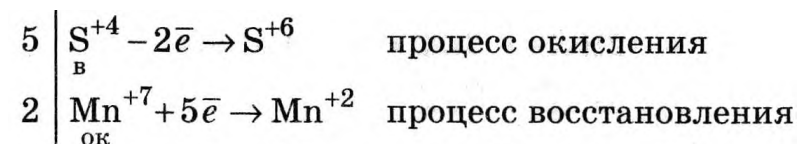
Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций

Метод электронного баланса

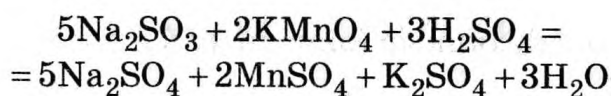
1. Схема реакций с указанием степеней окисления. Найти окислитель и восстановитель.



2. Записать полуреакции окисления и восстановления, сбалансировать заряды.



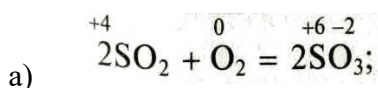
3. Суммировать полуреакции в полное уравнение. Найти коэффициенты при окислителе, восстановителе и других реагирующих и полученных в результате реакции веществах.



Практическая часть

I. Примеры

Пример 1

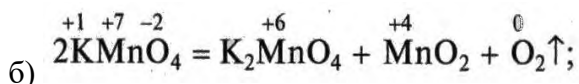


Реакция соединения.

2S<sup>+4</sup>O<sub>2</sub>-восстановитель, т.к. S<sup>+4</sup> повышает степень окисления до S<sup>+6</sup> в SO<sub>3</sub>;

$O_2^0$ -окислитель, т.к.  $O^0$  понижает степень окисления до  $O^{-2}$  в  $S^{-2}O_3$ .

ОВР- межмолекулярная.

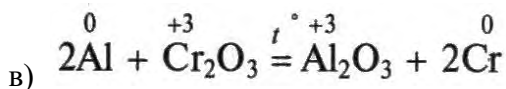


Реакция разложения

$KMnO_4$ - окислитель, т.к.  $Mn^{+7}$  понижает степень окисления в соединениях  $K_2Mn^{+6}O_4$  и  $Mn^{+4}O_2$ .

$KMnO_4$ - восстановитель, т.к.  $O^{-2}$  в  $MnO_4$  повышает степень окисления в соединении  $O_2^0$ .

ОВР – внутримолекулярная, а для марганца и реакция диспропорционирования;

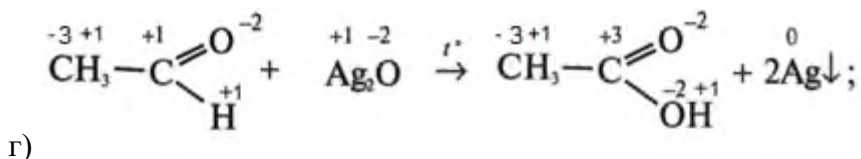


Реакция замещения

$Al^0$  повышает степень окисления до  $Al^{+3}$  – восстановитель;

$Cr^{+3}$  в соединении  $Cr_2O_3$  понижает степень окисления до  $Cr^0$  – окислитель;

ОВР – межмолекулярная.



Реакция неполного окисления органического соединения

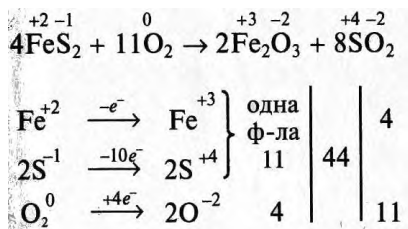
ОВР межмолекулярная, т.к.  $C^{+1}$  в альдегиде повышает степень окисления до  $C^{+3}$  в кислоте, альдегид-восстановитель.

$Ag^{+1}$  понижает степень окисления до  $Ag^0$ ;  $Ag_2O$ - окислитель.

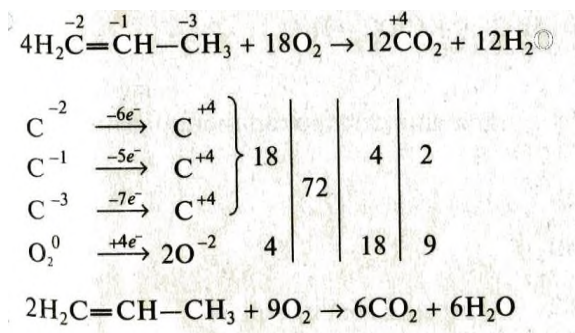
ОВР являются некоторые реакции соединения, разложения, реакции замещения.

Окислитель всегда степень окисления понижает. Восстановитель всегда степень окисления повышает!

Пример 2.



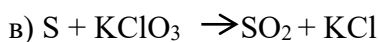
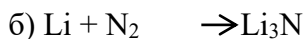
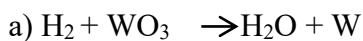
Пример 3.



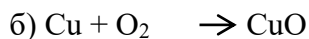
## II. Самостоятельная работа

Задание: составить уравнения ОВР методом электронного баланса и проклассифицировать по признаку нахождения окислителя и восстановителя в соединениях.

### Вариант I



### Вариант II



## ТЕМА 3.6. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ И ИОННЫЙ ОБМЕН

### Форма: Контрольная работа

### Практическая работа № 12. Составление реакций ионного обмена.

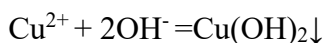
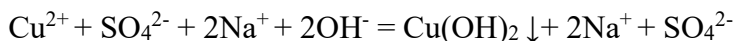
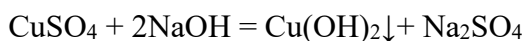
**Контрольная точка: Строение вещества и химические реакции.**

Реакции ионного обмена - реакции, протекающие в водных растворах электролитов между ионами, образующимися в результате диссоциации.

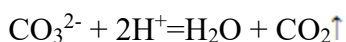
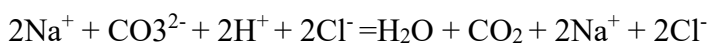
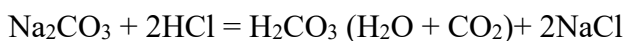
Условия протекания реакций ионного обмена

Реакции ионного обмена идут до конца в трех случаях:

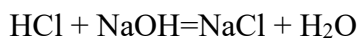
1. Если образуется нерастворимое или малорастворимое вещество, выпадающее в осадок (↓)



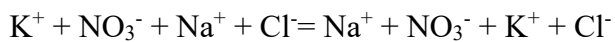
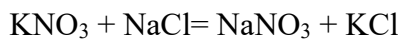
2. Если образуется осадок (↑)



3. Если образуется слабый электролит



Реакции ионного обмена не протекают до конца, т.е. являются обратимыми, если образуются два сильных электролита:



Запомни!

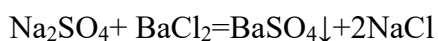
- ✓ Формулы сильных электролитов записываются в ионном виде.
- ✓ Формулы слабых и средних электролитов записываются в молекулярном виде.
- ✓ Формулы нерастворимых и малорастворимых веществ записываются в молекулярном виде.
- ✓ Формулы газов и других не электролитов записываются в молекулярном виде.

1.	Составить схему химического взаимодействия: слева записать исходные вещества, справа продукты реакции. Подобрать коэффициенты.	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$
2.	По таблице растворимости определить растворимые и нерастворимые вещества, если вещество выпадает в осадок, стрелку вниз ( $\downarrow$ ), если выделяется газ, стрелку вверх ( $\uparrow$ )	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ Р                      Р                      Н                      Р
3.	Записать уравнение в ионно-молекулярном виде: растворимые электролиты в ионной форме, нерастворимые в молекулярной форме.	$2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-$
4.	Одинаковые ионы, не изменившие своего состояния, исключаем из левой и правой части уравнения и записываем краткое ионное уравнение.	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$

Пример:

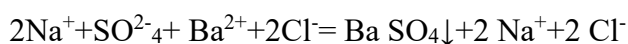
Взаимодействие сульфата натрия с хлоридом бария:

1. В молекулярном виде:

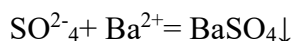


Р                      Р                      Н                      Р

2. В ионно-молекулярном виде:



3. В сокращенном ионно-молекулярном виде:



ЗАДАНИЕ 1: Составить уравнения реакции ионного обмена между

заданными веществами молекулярной и ионной форме:

I вариант: сульфат калия и гидроксид бария

гидроксид калия и хлорид магния



карбонат калия и азотная кислота  
гидроксид натрия и сернистая кислота.  
сульфат натрия и нитрат бария  
хлорид железа и гидроксид бария

II вариант: карбонат натрия и хлорид кальция

нитрат меди и сульфата железа  
гидроксид натрия и серной кислотой  
нитрат алюминия и хлорида калия  
фторид серебра и соляной кислотой  
силикат натрия и бромид магния

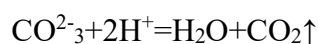
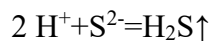
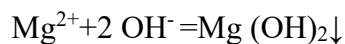
III вариант: фосфат калия и сульфит магния

хлорид алюминия и гидроксид натрия  
нитрат цинка и гидроксид калия  
серная кислота и гидроксид лития  
карбонат натрия и нитрат бария  
хлорид цинка и фосфат калия

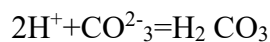
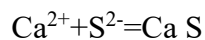
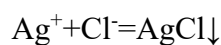
ЗАДАНИЕ 2: Составить молекулярные уравнения реакций, сущность

которых выражает следующие сокращенные ионные уравнения:

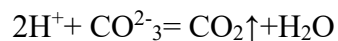
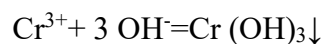
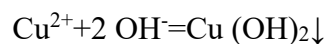
I вариант:  $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{Zn S} \downarrow$



II вариант:  $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{Fe (OH)}_2 \downarrow$



III вариант:  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$



Контрольная работа. Строение вещества и химические реакции

Вариант № 1

1. Определите, двум атомам каких из указанных элементов до завершения внешнего уровня не хватает двух электронов.

- 1) C      2) Si      3) O      4) Be      5) S

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в одном периоде.

Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств.

- 1) P      2) N      3) S      4) Al      5) O

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, степень окисления которых в оксидах может принимать значение +2.

- 1) Li      2) P      3) B      4) Cu      5) N

4. Из предложенного перечня выберите две пары веществ, в которых расположены только соединения с ковалентной неполярной связью.

- 1) азот и кислород
- 2) вода и аммиак
- 3) медь и азот
- 4) бром и метан
- 5) фтор и сера

5. Из предложенного перечня выберите две пары веществ, каждая из которых даёт реакцию обмена.

- 1) этилен и вода
- 2) соляная кислота и магний
- 3) сульфат меди и гидроксид калия
- 4) ацетилен и бром
- 5) уксусная кислота и гидроксид магния

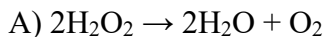
6. Из предложенного перечня выберите два способа увеличить скорость реакции горения серы в кислороде.

- 1) нагреть серу
- 2) разбавить кислород азотом
- 3) добавить сернистый газ
- 4) измельчить серу
- 5) облучить колбу с веществами синим светом

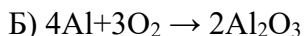
7. Установите соответствие между уравнением реакции и свойством, которое проявляет элемент хлор в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

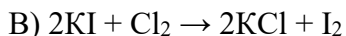
СВОЙСТВО ХЛОРА



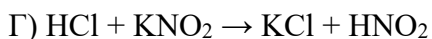
1) присоединения



2) разложения



3) обмена



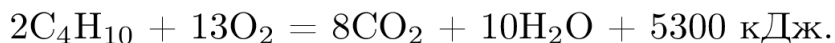
4) замещения

8. составить уравнения ОВР методом электронного баланса



11. Сколько граммов нитрата серебра надо добавить к 130 г 2,0%-го раствора этой соли, чтобы получить 5,0%-й раствор? Ответ запишите с точностью до десятых.

12. Термохимическое уравнение горения бутана имеет следующий вид:



Сколько теплоты (в кДж) выделится при полном сгорании 23,2 г бутана? Ответ запишите в виде целого числа.

13. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой



Определите окислитель и восстановитель

14. Какие продукты образуются при взаимодействии растворов карбоната калия и азотной кислоты. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

Вариант № 2

1. Определите, двум атомам каких из указанных элементов до завершения внешнего уровня не хватает шести электронов.

1) С

2) Са

3) As

4) Ве

5) Ga

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в одном периоде.

Расположите выбранные элементы в порядке возрастания их металлических свойств.

1) Н

2) О

3) В

4) Li

5) Se

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют высшую степень окисления, равную +1.

- 1) Li            2) C            3) B            4) H            5) Al

4. Из предложенного перечня выберите два вещества с молекулярной кристаллической решеткой в твердом состоянии.

- 1) CaO            2) CaSO<sub>4</sub>            3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>            4) NH<sub>4</sub>Cl            5) NO<sub>2</sub>

5. Из предложенного перечня выберите две реакции, которые являются необратимыми.

- 1)  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2\uparrow$   
2)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$   
3)  $\text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$   
4)  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr}$   
5)  $\text{Ba}(\text{ClO}_2)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{HClO}_2 + \text{BaSO}_4$

6. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приводят к увеличению скорости реакции

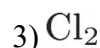
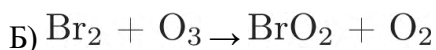


- 1) повышение температуры  
2) повышение давления  
3) измельчение алюминия  
4) охлаждение реакционной смеси  
5) добавление карбида алюминия

7. Установите соответствие между схемой реакции и формулой окислителя в ней: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА ОКИСЛИТЕЛЯ



8. Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, образующимся на инертном аноде при электролизе его водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ НА АНОДЕ
А) KF	1) Cl <sub>2</sub>
Б) CuSO <sub>4</sub>	2) O <sub>2</sub>
В) NaCl	3) Cu
Г) Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4) Na
	5) F <sub>2</sub>
	6) N <sub>2</sub>

9. Установите соответствие между формулой соли и средой её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1) кислая
Б) NaF	2) нейтральная
В) Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	3) щелочная
Г) NaClO <sub>4</sub>	

10. Установите соответствие между уравнением химической реакции и изменением условий, которое приводит к смещению равновесия в сторону продуктов: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	РАВНОВЕСИЕ СМЕЩАЕТСЯ В СТОРОНУ ПРОДУКТОВ ПРИ
А) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{S}(\text{тв}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{г}) + Q$	1) охлаждении
Б) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - Q$	2) повышении давления
В) $\text{CH}_4(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{тв}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - Q$	3) понижении давления
Г) $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) - Q$	

11. Вычислите массу гидроксида калия, который необходимо растворить в 150 г воды для получения раствора с массовой долей щёлочи 25 %. Ответ дайте в граммах с точностью до целых.

12. Вычислите объём газа (н. у.), который не вступит в реакцию, если сжигать 40 л угарного газа в 40 л кислорода. Ответ укажите в литрах с точностью до целых.

13. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции по схеме:



Определите окислитель и восстановитель

14. Какие продукты образуются при взаимодействии растворов карбоната калия и гидроксида кальция. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

## ТЕМА 4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ, НОМЕНКЛАТУРА И СТРОЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

**Форма: Практическая работа**

**Практическая работа № 13. Решение практических заданий по классификации, номенклатуре и химическим формулам неорганических веществ различных классов (называть и составлять формулы химических веществ, определять принадлежность к классу).**

Вариант №1.

1. Только простые вещества расположены в ряду

А)  $\text{P}_2\text{O}_5$  ,     $\text{Al}$  ,     $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ,     $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Б)  $\text{Si}$  ,     $\text{SO}_3$  ,     $\text{Mg}$  ,     $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

В)  $\text{Cu}$  ,     $\text{H}_2$  ,     $\text{P}$  ,     $\text{Hg}$

Г)  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  ,     $\text{ZnCl}_2$  ,     $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ,     $\text{H}_3\text{PO}_4$

2. Кислоты – это

А) сложные вещества, состоящие из двух элементов, один из которых кислород;

Б) сложные вещества, в которых атомы металлов соединены с одной или несколькими гидроксильными группами;

В) сложные вещества, состоящие из атомов водорода и кислотного остатка.

Г) сложные вещества, которые состоят из атомов металла и кислотных остатков;

3. Одноосновной кислородсодержащей кислотой является

А)  $\text{H}_3\text{PO}_4$     Б)  $\text{HCl}$     В)  $\text{H}_2\text{S}$     Г)  $\text{HNO}_3$

4. Солью является

А)  $\text{H}_2\text{SO}_4$       Б)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$       В)  $\text{SO}_2$       Г) S

5. Все основания взаимодействуют с

- А) металлами и неметаллами;
- Б) кислотными оксидами и кислотами;
- В) основными оксидами и кислотами;
- Г) неметаллами и солями.

6.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  называется

- А) серная кислота;
- Б) соляная кислоты;
- В) азотная кислота;
- Г) сероводород

7. Соль нельзя получить при взаимодействии

- А) металла и неметалла;
- Б) кислоты и основания;
- В) основного и кислотного оксидов;
- Г) основного оксида и основания.

8. Установите соответствие между формулой вещества и его принадлежностью к определенному классу (группе), неорганических соединений.

ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА:	КЛАСС (ГРУППА):
А) $\text{H}_3\text{PO}_4$	1) кислота;
Б) $\text{Fe}(\text{OH})_3$	2) гидроксид;
В) $\text{Na}_2\text{SO}_4$	3) соль;
Г) $\text{SO}_2$	4) оксид.
Ф	

ответ

А	Б	В	Г

9. Напишите формулу и применение пищевой соды.

10. Что делать если пролил на себя кислоту.

Вариант №2.

1. К сложным веществам относятся

- А) металлы и оксиды;
- Б) металлы и неметаллы;
- В) соли и неметаллы.

Г) кислоты и основания;

2. Основания – это

А) сложные вещества, состоящие из атомов водорода и кислотного остатка;

Б) сложные вещества, состоящие из двух элементов, один из которых кислород;

В) сложные вещества, которые состоят из атомов металла и кислотных остатков;

Г) сложные вещества, в которых атомы металлов соединены с одной или несколькими гидроксильными группами.

3. Двухосновной кислородсодержащей кислотой является

А)  $\text{H}_3\text{PO}_4$       Б)  $\text{HNO}_3$       В)  $\text{H}_2\text{SO}_3$       Г)  $\text{HCl}$

4. выберите кислоту

А)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Б)  $\text{NaOH}$

В)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Г)  $\text{SO}_2$

5.  $\text{HCl}$  называется

А) соляная кислота

Б) серная кислота

В) гидроксид хлора;

Г) сероводород

6. Соль нельзя получить при взаимодействии

А) кислоты и основания;

Б) кислотного оксида и воды;

В) основного и кислотного оксидов;

Г) металла и неметалла.

7. Установите соответствие между названиями оксидов и классом (группой), к которому(-ой) они принадлежат.

8. Установите соответствие между формулой вещества и его принадлежностью к определенному классу (группе), неорганических соединений.

ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА:	КЛАСС (ГРУППА):
А) $\text{KOH}$	1) кислота;
Б) $\text{CO}_2$	2) гидроксид;
В) $\text{HNO}_3$	3) соль;
Г) $\text{Na}_2\text{SO}_3$	4) оксид.
Ф)	



ответ

А	Б	В	Г

9. Напишите формулу и применение серной кислоты

10. Что делать если пролил на себя щелочь

## ТЕМА 4.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Форма: групповая работа**

**Практическая работа № 14. Составление реакций ионного обмена.**

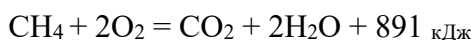
**Контрольная точка: Строение вещества и химические реакции.**

Студенты делятся на группы изучают информацию по решению задач и выполняют самостоятельную часть.

### 1. Расчеты по термохимическим уравнениям

Одним из признаков химической реакции является выделение или поглощение теплоты, происходящее при химических превращениях одних веществ в другие. Реакции, протекающие с выделением теплоты, носят название экзотермических реакций, а реакции, сопровождающиеся поглощением теплоты – эндотермических.

Количество теплоты, выделяющейся или поглощающейся при химической реакции, называется тепловым эффектом реакции. Обычно его выражают в килоджоулях (кДж). Известно, например, что при полном сгорании метана в кислороде с образованием оксида углерода (CO<sub>2</sub>) и воды на каждый моль метана выделяется 891 кДж:



Строго говоря, теплота, выделяемая или поглощаемая в результате химического превращения, является своеобразным «реагентом» или «продуктом» химической реакции. Поэтому для соблюдения закона сохранения и превращения энергии, количество теплоты, сопровождающее химическую реакцию, должно быть включено в её уравнение. Уравнения химических реакций, в которых приводятся значения тепловых эффектов, называются термохимическими.

Знак «+» перед значением теплового эффекта в правой части уравнения означает, что теплота выделяется. Для эндотермических реакций тепловой эффект должен быть взят со знаком «-», если он указан в правой части уравнения:



Вычисление количества теплоты по известному количеству и массе одного из участвующих в реакции веществ

#### Задача № 1

Рассчитайте, сколько теплоты выделится при сгорании серы (S) массой 1 кг.

Дано:  $m(S) = 1_{\text{кг}}$

Найти:  $Q$  –?

Решение:

Термохимическое уравнение реакции горения серы:



Соотношения масс веществ, вступивших в реакцию и образовавшихся в результате реакции, находятся в строгом соотношении. Теоретически всегда можно определить массы участвующих в реакции веществ с помощью таблицы Менделеева. В данном случае нас интересует сера (S) –  $M(S) = 32_{\text{г/моль}}$

Так как перед химическим знаком S в уравнении нет коэффициента, значит в реакцию вступает 1 моль серы S

$$m(S) = 32_{\text{г/моль}} \times 1_{\text{моль}} = 32_{\text{г}}$$

Исходя из уравнения реакции рассуждаем так: при сжигании 32 г (S) выделяется 297 кДж энергии, сколько же энергии выделится при сгорании 1 кг серы?

Изменение массы одного из реагирующих веществ всегда ведёт к пропорциональному изменению масс других веществ и соответствующему изменению теплового эффекта. Составляем пропорцию. Но, в пропорции числитель и знаменатель должны находиться в одних и тех же единицах измерения, поэтому 1 кг серы заменяем на 1000 г.

$$\begin{array}{l} 32_{\text{г}} \text{ ----- } 297_{\text{кДж}} \\ 1000_{\text{г}} \text{ ----- } X_{\text{кДж}} \\ X = \frac{1000_{\text{г}} * 297_{\text{кДж}}}{32_{\text{г}}} = 9281,2_{\text{кДж}} \end{array}$$

Ответ: при сгорании 1 кг. серы выделяется 9281,2 кДж.

#### Задача № 2

Какой объём кислорода (при н.у.) израсходовался на сгорание угля, если при этом выделилось 1970 кДж?

Дано:  $Q = 1970_{\text{кДж}}$

Найти:  $V(O_2)$  -?

Решение:

Записываем термохимическое уравнение реакции горения угля:



Объём кислорода (при н. у.) равен  $V = V_m \cdot n$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль} \quad n(\text{O}_2) \text{ из уравнения} = 1 \text{ моль}$$

$$22,4 \text{ л/моль} \times 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л}$$

Составляем пропорцию:

при сгорании С в 22,4 л.  $\text{O}_2$  выделяется 394 кДж теплоты

при сгорании С в X л.  $\text{O}_2$  выделяется 1970 кДж теплоты

$$X = \frac{1970 \text{ кДж} \times 22,4 \text{ л}}{394 \text{ кДж}} = 112 \text{ л}$$

394 кДж

Ответ: для выделения 1970 кДж теплоты при сгорании угля требуется 112 л кислорода.

## 2.2 Задачи для самостоятельного решения

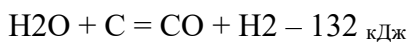
### Задача 2.1

Определите сколько теплоты выделится при получении из водорода и кислорода 828 г водяного пара по уравнению:



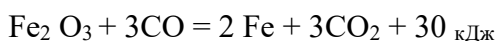
### Задача 2.2

Сколько энергии поглотится при реакции получения 1034 л водорода при взаимодействии паров воды с углем (С) по уравнению:



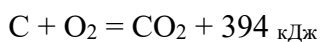
### Задача 2.3

Сколько граммов железа получится восстановлением оксида железа ( $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ ) оксидом углерода (СО), если в результате реакции выделяется 5370 кДж энергии.



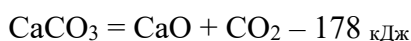
### Задача 2.4

Сколько энергии выделится при сжигании 120 г кокса (С)?



### Задача 2.5

При реакции разложения известняка на оксид кальция и углекислый газ затратили 32040 кДж энергии. Сколько оксида кальция было получено?



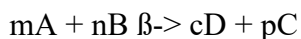
## 3 Химическое равновесие. Смещение равновесия

Химические реакции делят на необратимые и обратимые. Необратимые реакции протекают до полного израсходования одного из реагирующих веществ. К практически

необратимым относятся реакции, идущие с выделением газа, труднорастворимого электролита или слабодиссоциирующего вещества.

Обратимые реакции протекают в двух взаимно противоположных направлениях. В уравнениях обратимых реакций вместо знака равенства ставят знак обратимости:

прямая



обратная

Согласно Закону действующих масс

$m \quad n$

$$V_{\text{пр}} = k_1 [A]^m [B]^n$$

$c \quad p$

$$V_{\text{обр}} = k_2 [D]^c [C]^p$$

Называется химическим равновесием:  $V_{\text{пр}} = V_{\text{обр}}$

При изменении внешних условий положение равновесия может измениться.

Переход системы из одного равновесного состояния в другое называется смещением равновесия.

Направление смещения равновесия определяется принципом Ле Шателье: если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказывать внешнее воздействие (концентрация, температура, давление), то равновесие смещается в направлении реакции, ослабляющей внешнее воздействие.

Увеличение концентрации какого-либо вещества смещает равновесие в сторону реакции расходования этого вещества.

При повышении температуры равновесие смещается в направлении эндотермической реакции; понижение температуры – в направлении экзотермической реакции.

Увеличение давления сдвигает равновесие в сторону реакции, идущей с уменьшением объёма.

Примеры решения задач

Задача № 1

В какую сторону сместится равновесие при повышении давления в системе  
$$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$$

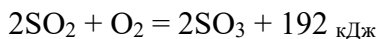
Решение:

Реакция идёт без изменения объёма системы (2 объёма в левой 2 объёма в правой части уравнения); изменение давления не вызовет смещения химического равновесия, так как будет одинаково влиять на скорость прямого и обратного процесса.

Ответ: равновесие не сместится

#### Задача № 2

В какую сторону сместится равновесие реакции



при повышении температуры?

Решение:

Повышение температуры согласно принципу Ле-Шателье смещает равновесие в сторону эндотермической реакции. В данной задаче эндотермической является обратная реакция. Следовательно, равновесие смещается влево.

Ответ: равновесие смещается влево.

#### Задача № 3

Как следует изменить концентрацию CO, чтобы сместить равновесие вправо  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$

Решение:

Увеличение скорости прямой реакции (смещение равновесия вправо) можно достичь повышением концентрации CO.

Ответ: увеличить концентрацию CO.

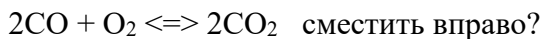
#### 3.1 Задачи для самостоятельного решения

##### Задача 3.1

В какую сторону сместится равновесие в системе  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$  при повышении давления?

##### Задача 3.2

Как следует изменить давление, чтобы равновесие в системе



##### Задача 3.3

В какую сторону сместится равновесие реакции



##### Задача 3.4

Как следует изменить концентрацию  $\text{CO}_2$ , чтобы сместить равновесие  $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$  вправо?

##### Задача 3.5

В какую сторону сместится равновесие  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  при повышении?

## **ТЕМА 4.3. МЕТАЛЛЫ – ТЕМА 4.4. НЕМЕТАЛЛЫ**

**Форма: Защита сообщений**

**Практическая работа № 15. Сообщения по металлам и неметаллам  
(физические, химические свойства, применение и влияние на организм человека)**

Сообщения готовятся в формате рефератов.

Темы:

- 1) O<sub>2</sub>
- 2) N<sub>2</sub>
- 3) H<sub>2</sub>
- 4) Mn
- 5) Na
- 6) K
- 7) Ca
- 8) Mg
- 9) Fe
- 10) Au
- 11) Ag
- 12) Pt
- 13)

Содержание:

- 1) Титульная страница
- 2) Открытие металла (неметалла)
- 3) Физические свойства
- 4) Химические свойства
- 5) Популярные соединения
- 6) Содержание в природе
- 7) Применение
- 8) Применение в моей профессии

Шрифт 12 интервал 1, отступ после бпт, поля 2 см.

Оригинальность 30%

Проверить можно на сайте антиплагиат

## ТЕМА 4.5. СВЯЗЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

**Форма: Тест**

**1. Взаимосвязь между неорганическими веществами характеризуется:**

- 1) генетическим кодом
- 2) валентностью химических элементов
- 3) электроотрицательностью атомов
- 4) генетическим рядом

**2. Укажите гидроксид, который соответствует оксиду  $P_2O_5$ :**

- 1)  $H_3PO_3$
- 2)  $HPO_2$
- 3)  $H_3PO_4$
- 4) нет верного ответа

**3. В генетической цепочке  $Li \rightarrow Li_2O \rightarrow X \rightarrow LiCl$  соединением X выступает соединение:**

- 1) литий
- 2) гидроксид лития
- 3) соляная кислота
- 4) хлорид лития

**4. Какое газообразное вещество образуется при взаимодействии Ba с HCl?**

- 1) водород
- 2) кислород
- 3) азот
- 4) вода

**5. Укажите вариант, где обозначены представители всех классов неорганических веществ:**

- 1)  $Zn(OH)_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CuCl_2$ ,  $CuO$
- 2)  $HClO_4$ ,  $CuO$ ,  $ZnSO_4$ ,  $NaOH$
- 3)  $Cu(OH)_2$ ,  $Mg(NO_3)_2$ ,  $Zn(OH)_2$ ,  $SO_2$
- 4)  $CO_2$ ,  $KCl$ ,  $HNO_3$ ,  $SO_2$

**6. В реакцию с соляной кислотой вступает:**

- 1) медь
- 2) сульфат бария
- 3) оксид серы(IV)
- 4) карбонат кальция

**7. Раствор серной кислоты реагирует с каждым из двух веществ:**

- 1) Zn, CuO
- 2) Fe(OH)<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>
- 3) Mg, HCl
- 4) CO<sub>2</sub>, KCl,

**8. С гидроксидом калия реагирует каждое из двух веществ:**

- 1) оксид магния и гидроксид цинка
- 2) оксид серы (VI) и угольная кислота
- 3) сероводородная кислота и барий
- 4) хлороводородная кислота и водород

**9. Признаком реакции между раствором нитрата серебра и хлороводородной кислотой является:**

- 1) выделение газа
- 2) растворение осадка
- 3) выпадение осадка
- 4) появление запаха

**10. Оксид серы (VI) не взаимодействует с:**

- 1) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, HNO<sub>3</sub>
- 2) H<sub>2</sub>O, KOH
- 3) MgO, ZnO
- 4) H<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>O

## **ТЕМА 5.1. ХИМИЯ В БЫТУ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

**Форма: Защита сообщений**

**Практическая работа №16: Защита сообщений по темам химии в быту**

**Темы:**

- 1) Химические производства России
- 2) Правила использования лекарственных препаратов
- 3) Состав косметики. Полезные и вредные компоненты
- 4) Состав кондитерских изделий. Полезные и вредные компоненты
- 5) Состав соков и газировок. Полезные и вредные компоненты
- 6) Состав энергетических напитков. Полезные и вредные компоненты, воздействие

на организм



- 7) БАДы. Разновидности, состав, воздействие на организм.
- 8) Состав полуфабрикатов. Полезные и вредные компоненты
- 9) История развития медицины
- 10) Основные компоненты лекарственных препаратов
- 11) Гомеопатические препараты
- 12) Антигистаминные препараты
- 13) Обезболивающие препараты

**Критерии оценивания для тестовых и практических работ с баллами за задания:**

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
$88 \div 100$	5	отлично
$72 \div 86$	4	хорошо
$50 \div 70$	3	удовлетворительно
менее 50	2	неудовлетворительно

**Критерии оценивания для сообщений:**

Оценка «отлично» - учебный материал освоен студентом в полном объеме, легко ориентируется в материале, полно и аргументировано отвечает на дополнительные вопросы, излагает материал логически последовательно, делает самостоятельные выводы, умозаключения, демонстрирует кругозор, использует материал из дополнительных источников, интернет ресурсы. Сообщение носит исследовательский характер. Речь характеризуется эмоциональной выразительностью, четкой дикцией, стилистической и орфоэпической грамотностью. Использует наглядный материал (презентация).

Оценка «хорошо» - по своим характеристикам сообщение студента соответствует характеристикам отличного ответа, но студент может испытывать некоторые затруднения в ответах на дополнительные вопросы, допускать некоторые погрешности в речи. Отсутствует исследовательский компонент в сообщении.

Оценка «удовлетворительно» - студент испытывал трудности в подборе материала, его структурировании. Пользовался, в основном, учебной литературой, не использовал дополнительные источники информации. Не может ответить на дополнительные вопросы по теме сообщения. Материал излагает не последовательно, не устанавливает логические

связи, затрудняется в формулировке выводов. Допускает стилистические и орфоэпические ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» - сообщение студентом не подготовлено либо подготовлено по одному источнику информации либо не соответствует теме.

Для практических работ с открытыми вопросами без баллов за задания.

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, делает самостоятельные обобщения и выводы, заключения, рекомендации, правильно выполняет все этапы практического задания.

Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полно, изложения материала логическое, студент обнаружил умение анализировать факты и события, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, недостаточно четко сделаны обобщения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, пытается анализировать факты и события. Но на занятии ведет себя пассивно, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала, не может обобщить.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи.

## **2.2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

ФОС предназначен для контроля и оценки результатов освоения предмета БП.08 «Химия».

Форма: дифференцированный зачет.

### **Инструкция для студентов по выполнению работы**

1. При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

2. Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

3. При выполнении работы Вы можете пользоваться Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева; таблицей растворимости солей, кислот и оснований в воде; электрохимическим рядом напряжений металлов (они прилагаются к тексту работы), а также непрограммируемым калькулятором.

4. Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успеха!**

### **Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации**

#### **Вариант 1**

#### **Теоретическая часть (4б за задание)**

1. Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова.
2. Дайте определение валентности?
3. Вы собрались бетонировать дорожку на дачном участке. Когда лучше этим заняться: в жаркую сухую погоду или в дождливую, влажную? Почему?
4. Функции жиров в организме

### Задания с кратким ответом (8б за задание)

5. Пользуясь периодической таблицей, дайте характеристику химическому элементу №5 по плану:

- а) название химического элемента, его символ;
- б) относительная атомная масса (округлённо до целого числа);
- в) заряд ядра атома;
- г) число протонов и нейтронов в ядре атома;
- д) общее число электронов;
- е) номер периода, группы, в котором расположен химический элемент.
- ж) электронная конфигурация атома.

6. Расставьте коэффициенты в приведённых ниже схемах уравнений химических реакций. Определите тип химической реакции:

- а)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2$
- б)  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
- в)  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- г)  $\text{K} + \text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S}$

### Задания на выбор правильного ответа (1б за задние)

7. Продукты взаимодействия соляной кислоты и оксида кальция:

- а)  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ ;
- б)  $\text{CaCl} + \text{H}_2\uparrow$ ;
- в)  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- г) они не взаимодействуют.

Напишите уравнения реакции.

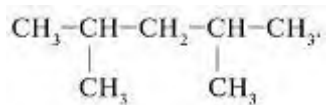
8. Функциональная группа – СОН характерна для:

- 1) альдегидов;
- 2) сложных эфиров;
- 3) карбоновых кислот;
- 4) спиртов.

9. Вещества, сходные по своему строению и свойствам, но отличающиеся друг от друга по составу на одну или несколько групп  $-\text{CH}_2-$ , называются

- а) гомологами; б) изомерами; в) радикалами; г) молекулами.

10. Название нижеприведенного углеводорода по систематической номенклатуре



- а) 2-метилпентан;
- б) 2,2-диметилпентан;
- в) 2,4-диметилпентан;
- г) 2,4-диметилпентен.

11. Общая формула гомологического ряда алканов:

- 1)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  2)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  3)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  4)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

### Задача (4б)

12. Какой объем занимает сероводород массой 8,5 г.?

### Вариант 2

#### Теоретическая часть (4б за задание)

1. Вспомните, что вам известно о применении метана, и объясните, почему утечка бытового газа может быть обнаружена по запаху, хотя его составляющие запаха не имеют.
2. Что такое электронное облако и как это понятие соотносится с понятием «орбиталь»?
3. С помощью какой реакции получают маргарин? Если маргарин менее полезный, чем сливочное масло, почему его используют?

4. Функции белков в организме

#### Задания с кратким ответом (8б за задание)

5. Пользуясь периодической таблицей, дайте характеристику химическому элементу №16 по плану:

- а) название химического элемента, его символ;
- б) относительная атомная масса (округлённо до целого числа);
- в) заряд ядра атома;
- г) число протонов и нейтронов в ядре атома;
- д) общее число электронов;
- е) номер периода, группы, в котором расположен химический элемент;
- ж) электронная конфигурация атома.

6. Расставьте коэффициенты в приведённых ниже схемах уравнений химических реакций. Определите тип химической реакции:

- а)  $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$
- б)  $\text{Al} + \text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$
- в)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- г)  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

#### Задания на выбор правильного ответа (1б за задание)

7. Продукты взаимодействия азотной кислоты и оксида калия:

- а)  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2$ ;      б)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$ ;      в)  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- г) они не взаимодействуют.

8. Гомологом этина является

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_6$
- 2)  $\text{C}_6\text{H}_6$
- 3)  $\text{C}_4\text{H}_6$
- 4)  $\text{CH}_4$

9. Свежеосаждённый гидроксид меди(II) реагирует с

- 1) пропанолом-1
- 2) глицерином
- 3) этиловым спиртом
- 4) диэтиловым эфиром

10. Какое название соответствует веществу  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3$

CH<sub>3</sub>

- а) бутан б) 2-метилбутен-3 в) 3-метилбутен-1 г) 3-метилбутан

11. Крекинг нефтепродуктов – это способ

- А) получения низших углеводородов из высших
- Б) разделения нефти на фракции
- В) получения высших углеводородов из низших
- Г) ароматизации углеводородов

#### Задача (26 за задание)

12 Какой объём (н.у.) кислорода потребуется для полного сгорания 10 л (н.у.) ацетилен?

#### Критерии оценивания дифференцированного зачета:

1. Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
$88 \div 100$	5	отлично
$72 \div 86$	4	хорошо
$50 \div 70$	3	удовлетворительно
менее 50	2	неудовлетворительно

### 3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ИНЫЕ ИСТОЧНИКИ

#### Основные источники:

Журин А.А. Химия. 10—11 классы : учебник для общеобразоват. организаций : базовый уровень / А. А. Журин. — М. : Просвещение, 2019. — 175, [1] с. : ил. — (Сферы).

#### Дополнительные источники:

Ахмедова, Т. И. Химия : учебное пособие для СПО / Т. И. Ахмедова. — Москва : Российский государственный университет правосудия, 2023. — 192 с. — ISBN 978-5-00209-042-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133633.html> (дата обращения: 18.10.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Вайтнер, В. В. Химия : учебное пособие для СПО / В. В. Вайтнер ; под редакцией М. К. Иванова. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 90 с. — ISBN 978-5-4488-0386-4, 978-5-7996-2916-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87900.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Лупейко, Т. Г. Химия : учебник для СПО / Т. Г. Лупейко, О. В. Дябло, Е. А. Решетникова. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 308 с. — ISBN 978-5-4488-0433-5, 978-5-4497-0395-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94217.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/94217>

Нечаев, А. В. Химия : учебное пособие для СПО / А. В. Нечаев ; под редакцией М. Г. Иванова. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-4488-0467-0, 978-5-7996-2818-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87903.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Пенина, В. И. Органическая химия : учебное пособие для СПО / В. И. Пенина, О. Ю. Афанасьева, О. В. Лаврентьева. — Саратов : Профобразование, 2021. — 136 с. — ISBN 978-5-4488-1241-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106839.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/106839>

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав.кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		