

Белорусский государственный университет



Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.Г.Прохоренко

«30» июня 2022 г.

Регистрационный № УД-11272/уч.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ В СТЕХИОМЕТРИИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 05 01 Химия (по направлениям),  
направление специальности:

1-31 05 01-02 Химия (научно-педагогическая деятельность)

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 05 01-02-2021, постановление № 93 от 25.04.2021, учебного плана № G31-1-006/уч. от 25.05.2021, учебного плана № G31-1-232/уч. от 22.03.2022.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

А. Н. КУДЛАШ, старший преподаватель кафедры общей химии и методики преподавания химии химического факультета Белорусского государственного университета, магистр естественных наук

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

А. Л. КОЗЛОВА-КОЗЫРЕВСКАЯ, заведующий кафедрой химии факультета естествознания Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, кандидат химических наук

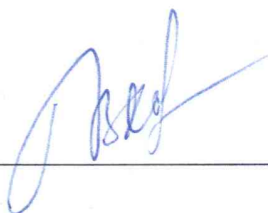
**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 20.06.2022);

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 6 от 29.06.2022)

Зав. кафедрой

канд. хим. наук, доцент



В.Н.Хвалюк

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

По мнению Нобелевского лауреата по физике Поля Дирака больше всего разногласий и дискуссий возникает из-за незнания или несовершенства терминологии, касающейся изучаемой проблемы. Этот факт обуславливает необходимость постоянного уточнения и усовершенствования химической терминологии и корректного использования физических величин в химии.

Изучение дисциплины «Физические величины в стехиометрии» поможет будущим преподавателям химии и специалистам-химикам эффективно усваивать новую учебную и учебно-методическую литературу, а также грамотно воспринимать содержание отечественных и зарубежных журналов по химии и материаловедению.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель** учебной дисциплины – сформировать и систематизировать у студентов-химиков знания и представления по современной терминологии, обозначениям и определениям физических величин в соответствии с рекомендациями Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), а также об особенностях использования физических величин в преподавании химии в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь.

**Задачи** учебной дисциплины:

1. Изучение, определение и вычисление базисных физических величин, используемых в химии (относительной атомной массы, относительной молекулярной массы, количества вещества, молярной массы и молярного объема, концентраций и долей веществ в смесях);
2. Изучение основной химической терминологии и знакомство с Международной системой физических величин и их классификацией;
3. Знакомство с рекомендациями ИЮПАК (IUPAC) по использованию физических величин и их единиц;
4. Знакомство с основными положениями стехиометрии;
5. Использование физических величин в стехиометрических расчетах.

### **Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием**

Учебная дисциплина «Физические величины в стехиометрии» относится к модулю дисциплин «Дополнительные главы углубленного школьного курса химии» компонента учреждения высшего образования и предназначена для студентов, обучающихся по направлению специальности 1-31 05 01-02 «Химия – научно-педагогическая деятельность».

Дисциплина «Физические величины в стехиометрии» предназначена для изучения студентами в третьем семестре (учебный план 2021 года) или во втором семестре (учебный план 2022 года) и использует в качестве

теоретической основы содержание курсов «Общая химия», «Неорганическая химия», «Общая физика».

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Физические величины в стехиометрии» должно обеспечить формирование следующих видов универсальных, базовых профессиональных и специальных компетенций:

#### ***Универсальные компетенции:***

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

УК-3. Осуществлять коммуникацию на иностранном языке для решения задач профессионального взаимодействия.

УК-5. Быть способным к саморазвитию и самосовершенствованию в профессиональной деятельности.

УК-6. Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности.

УК-13. Применять правила и законы логического мышления в профессиональной деятельности.

#### ***Базовые профессиональные компетенции:***

БПК-2. Характеризовать химические явления и процессы на основе законов и физических моделей механики и ядерной физики.

БПК-3. Применять основные понятия, законы и теории при характеристике состава, строения, химических свойств простых веществ и неорганических соединений.

#### ***Специальные компетенции:***

СК-1. Понимать логику школьного курса химии с учетом взаимосвязи между различными разделами химии, методик проведения химических расчетов и исследовательского химического эксперимента.

СК-3. Анализировать основные этапы и закономерности развития химической науки и современные тенденции развития химии.

СК-7. Организовывать педагогическую деятельность по химическим дисциплинам в средней и высшей школе с использованием нормативного и учебно-методического обеспечения образовательного процесса.

СК-8. Разрабатывать учебно-методическое обеспечение преподавания химии, включая факультативную и пропедевтическую деятельность, осуществлять обоснованный выбор педагогических технологий, отбор содержания образования с учетом индивидуального образовательного потенциала учащихся.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:  
**знать** определения, символы, расчетные формулы и физический смысл для следующих величин:

- постоянная Авогадро;
- количество вещества (химическое количество вещества);
- масса атома, атомная масса;

- масса молекулы, масса формульной единицы;
- постоянная атомной массы;
- молярная масса;
- относительная атомная масса;
- относительная молекулярная масса;
- молярный объём;
- массовая доля;
- объёмная доля;
- мольная доля;
- концентрация вещества в растворах;
- массовая концентрация вещества;
- стехиометрический коэффициент.

**уметь:**

- применять современную терминологию, обозначения и определения важнейших физических величин и их единиц при объяснении физических и химических свойств веществ;

- осмысленно пользоваться физическими величинами и их единицами при решении химических задач, в том числе и физическим методом;

- подбирать формулы для искомой величины, преобразовывать формулы и при необходимости осуществлять подстановку в формулы другие физические величины;

- решать типовые расчетные задачи по химии и проводить расстановку стехиометрических коэффициентов.

**владеть:**

- навыками поиска химической информации в международных изданиях справочного характера и различных базах данных;

- теоретическими знаниями по использованию физических величин, единиц и символов в различных областях химии;

- способностью ориентироваться в современных проблемах терминологии и методологии химии.

**Структура учебной дисциплины**

Всего на изучение учебной дисциплины «Физические величины в стехиометрии» отведено 94 часа, в том числе:

а) в третьем семестре **36** аудиторных часов согласно учебному плану 2021 года, из них: лекций – 20 часов, семинарских (практических) занятий – 12 часов, управляемой самостоятельной работы – 4 часа;

б) во втором семестре **34** аудиторных часа согласно учебному плану 2022 года, из них: лекций – 18 часов, семинарских (практических) занятий – 12 часов, управляемой самостоятельной работы – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

Форма получения высшего образования – очная.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### РАЗДЕЛ 1. Система физических величин и их единиц

#### Тема 1.1. Введение в дисциплину «Физические величины в стехиометрии»

Понятие о физической и математической величине. Международная система физических величин и Международная система единиц физических величин, химическая терминология. Стехиометрия как один из основных разделов химии. Использование физических величин, их единиц и символов в стехиометрии.

Краткий исторический очерк о становлении международной интеграции в области химических и естественных наук. Первый съезд химиков (1860, г. Карлсруэ, Германия), международная ассоциация химических обществ (1911, Париж). Международный научный совет ISC (2018, Париж) как неправительственная организация, объединяющая научные организации в естественных (Международный совет по науке ICSU, 1931) и социальных науках (Международный совет социальных наук ISSC, 1952). Примеры крупнейших научных союзов: Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), Международный союз теоретической и прикладной физики (ИЮПАП), Международный математический союз (ИМЮ), Международный астрономический союз (ИАЮ), Международный союз биологических наук (ИЮБС) и др.

#### Тема 1.2. Физические величины. Международная система величин

Определение физической величины, классификация физических величин по различным признакам. Основные и производные физические величины. Экстенсивные и интенсивные физические величины. Скалярные, векторные и тензорные величины. Размерные и относительные физические величины. Понятие о размерности физических величин.

Определение единицы физической величины. Дольные и кратные единицы. Система единиц физических величин. Рекомендации международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) по использованию физических величин и их единиц.

#### Тема 1.3. Относительная атомная масса химического элемента. Относительная молекулярная масса вещества. Масса атома, молекулы

Первоначальные представления о химическом элементе и его относительной атомной массе. Открытие нуклидов. Изменение трактовки понятия “химический элемент”. Масс-спектрометрия. Углеродная шкала

атомных масс. Постоянная атомной массы. Масса атома нуклида. Дефект масс ядер атомов.

Определение и вычисление относительных атомных масс химических элементов. Относительная атомная масса и атомный вес, масса атома и атомная масса как термины-синонимы. Первоначальные представления об относительной молекулярной массе вещества. Определение и вычисление данной величины. Масса молекулы и молекулярная масса как термины-синонимы.

#### **Тема 1.4. Химическое количество вещества. Моль – единица химического количества вещества**

Число Авогадро и постоянная Авогадро. Единица химического количества вещества – моль. Определение и физический смысл химического количества вещества. Трактовка формул для определения химического количества вещества. Целесообразность употребления прилагательного “химическое” в названии данной величины.

#### **Тема 1.5. Молярная масса вещества. Молярный объём газов**

Определение молярной массы вещества, её вычисление и физический смысл. Определение молярного объёма газообразного вещества. Вычисление и физический смысл молярного объёма газообразных веществ.

#### **Тема 1.6. Концентрации и доли вещества в растворах и смесях**

Определение концентрации количества вещества (молярной концентрации) и массовой концентрации как физических величин, выражающих количественный состав растворов. Массовая, объёмная, молярная доли – как физические величины, которые не относятся к концентрациям веществ в растворах (смесях). Целесообразность употребления прилагательного “молярная” в термине молярная концентрация вещества.

## **РАЗДЕЛ 2. Применение физических величин в стехиометрии**

### **Тема 2.1. Основные положения стехиометрии**

Уравнения и схемы химических реакций. Стехиометрические и нестехиометрические соединения. Вывод формул химических соединений. Количественная информация, содержащаяся в уравнении химической реакции. Основной закон стехиометрии и следствия из него.

## **Тема 2.2. Нахождение стехиометрических коэффициентов в схемах окислительно-восстановительных реакций**

Понятия об энергии ионизации атомов, сродстве атомов к электрону, электроотрицательности атомов химических элементов и способах их нахождения. Степени окисления атомов, их вычисление в молекулах и формульных единицах, ионах неорганических и органических веществ.

Алгоритм стехиометрических расчетов при использовании метода электронного баланса и метода ионно-электронного баланса. Сравнительная оценка способов нахождения стехиометрических коэффициентов в схемах окислительно-восстановительных реакций двумя методами.

## **Тема 2.3. Использование физических величин при проведении стехиометрических расчетов по уравнениям химических реакций**

Примеры выполнения стехиометрических расчетов с использованием важнейших физических величин при решении химических задач на базовом и повышенном (углубленном) уровне.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования. *Учебный план 2021 года*

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.1	Введение в дисциплину «Физические величины в стехиометрии»	2		–			–	Устный опрос (УО)
1.2	Физические величины, классификация. Международная система величин. Единицы физических величин	4		2			–	УО, тест, проверочная работа
1.3	Химический элемент. Относительная атомная масса химического элемента. Относительная молекулярная масса вещества. Масса атома, молекулы и формульной единицы	4 (ДО)		2			–	УО
1.4	Химическое количество вещества. Моль – единица химического количества вещества	2		–			–	УО
1.5	Молярная масса вещества. Молярный объём газов	2 (ДО)		2			–	УО, тест
1.6	Концентрации и доли вещества в растворах и смесях	2		2			2	УО, контрольная работа
2.1	Основные положения стехиометрии	2		–			–	УО
2.2	Нахождение стехиометрических коэффициентов в схемах окислительно-восстановительных реакций	2 (ДО)		2			–	Тест, проверочная работа
2.3	Использование физических величин при проведении стехиометрических расчетов по уравнениям химических реакций	–		2 (ДО)			2	УО, контрольная работа
<b>ИТОГО</b>		<b>20</b>		<b>12</b>			<b>4</b>	

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования. *Учебный план 2022 года*

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.1	Введение в дисциплину «Физические величины в стехиометрии»	2		–			–	Устный опрос (УО)
1.2	Физические величины, классификация. Международная система величин. Единицы физических величин	4		2			–	УО, тест, проверочная работа
1.3	Химический элемент. Относительная атомная масса химического элемента. Относительная молекулярная масса вещества. Масса атома, молекулы и формульной единицы	2 (ДО)		2			–	УО
1.4	Химическое количество вещества. Моль – единица химического количества вещества	2		–			–	УО
1.5	Молярная масса вещества. Молярный объём газов	2 (ДО)		2			–	УО, тест
1.6	Концентрации и доли вещества в растворах и смесях	2		2			2	УО, контрольная работа
2.1	Основные положения стехиометрии	2		–			–	УО
2.2	Нахождение стехиометрических коэффициентов в схемах окислительно-восстановительных реакций	2 (ДО)		2			–	Тест, проверочная работа
2.3	Использование физических величин при проведении стехиометрических расчетов по уравнениям химических реакций	–		2 (ДО)			2	УО, контрольная работа
<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>		<b>12</b>			<b>4</b>	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин. **Межгосударственный стандарт**, дата введения в действие 01.09.2003. Разработан Федеральным государственным унитарным предприятием "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева". Принят межгосударственным советом по стандартизации метрологии и сертификации 06.11.2002. (ВУ: Дзяржаўная сістэма забеспячэння адзінства вымярэнняў. Адзінкі велічынь. Мінск, 2003).

2. ТР 2007/003/ВУ. Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь. Введ. 1 янв. 2010. Минск: Госстандарт. – 2007.

3. Чертов, А.Г. Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы). Справочное пособие. – М.: Аквариум. – 1997. – 335 с.

4. Степин, Б.Д. Применение Международной системы единиц физических величин в химии: Практ. пособие. – М.: Высш. шк. – 1990. – 96 с.

5. Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry (IUPAC Green Book): 3rd Edition, 2nd Printing, Physical Chemistry Division, prepared for publication by E.R. Cohen, T. Cvitas, J.G Frey [et al.], IUPAC & RSC Publishing, Cambridge. – 2008. – 236 p.

6. Жуков С.Т. Экспериментальный учебник по химии [электронный ресурс <http://www.chem.msu.su/rus/school/zhukov1/05a.html#5.10>].

7. Болсун, А.И., Вольштейн С.Л. Единицы физических величин в школе. – Минск: Народная асвета. – 1983. – 95 с.

### Перечень дополнительной литературы

8. Оганесян, Э.Т. Важнейшие понятия и термины в химии: Справ. пособие. – М.: Высшая школа. – 1993. – 352 с.

9. Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и соответствующие термины: пер. с англ. и фр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т метрологии им. Д.И.Менделеева, Белорус. гос. ин-т метрологии. Изд. 2-е, испр. – СПб.: НПО «Профессионал», 2010. – 82 с.

10. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский [и др.]; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 1232 с.

11. Бердоносков, С.С. Химия. Новейший справочник / С.С. Бердоносков, Е.А. Менделеева. – М.: Махаон. – 2006. – 368 с.

12. Тихонов, А.С. Рекомендации по применению Международной системы единиц физических величин в химии // Хімія: праблемы выкладання. – 1999. – № 2. – С. 26–47.

## **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки**

Текущий контроль качества усвоения знаний по учебной дисциплине «Физические величины в стехиометрии» может осуществляться с использованием следующих форм диагностики компетенций студента:

1. Устный опрос в формате «вопрос – ответ».
2. Подготовка краткого доклада (мини-презентации) по оригинальным работам или электронным источникам сети Интернет по тематике, предоставленной преподавателем в рамках одной из тем программы (по выбору студента), с последующим обсуждением на занятии.
3. Тесты по темам №№ 1.2, 1.5, 2.2.
4. Контрольные работы по темам №№ 1.1–1.6, 2.1–2.3.
5. Устный ответ и выполнение письменного задания на зачете по дисциплине.

Итоговая отметка по дисциплине «Физические величины в стехиометрии» формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД, в редакции приказа от 29.08.2018 № 491-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов по 10-бальной системе (письмо Министерства образования от 22.12.2013).

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в итоговую отметку:

1. Тесты (3 шт.) –  $(3 \times 10 \%) = 30 \%$ ;
2. Устный опрос на лекциях и семинарах, краткие доклады – 10 %.
3. Контрольные работы (2 шт.) –  $(2 \times 30 \%) = 60 \%$ .

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости (рейтинговой системы оценки знаний) и зачетной отметки с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет 50 %, зачетной отметки – 50 %.

## Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

### Тема 1.6. Концентрации и доли вещества в растворах и смесях

**Задание 1.** Рассчитайте массовую долю ортофосфорной кислоты в её растворе, в котором молярность растворенного вещества составляет 4,5 моль/кг.

**Задание 2.** Найдите массу осадка сульфата калия, который выпадет при охлаждении его насыщенного раствора массой 240 кг от 80 °С до 10 °С, если известно, что массовые доли сульфата калия при указанных температурах составляют 17,63 % и 8,44 % соответственно.

**Задание 3.** Вычислите, какую массу медного купороса необходимо растворить в воде объемом 20 дм<sup>3</sup> для приготовления 0,65 %-ного раствора сульфата меди(II).

**Задание 4.** В растворе гидроксида бария титр равен 34,2 г/дм<sup>3</sup>. Определите молярную концентрацию эквивалентов растворенного вещества в исходном растворе, если известно, что он будет использован в реакции для получения нитрата бария.

**Задание 5.** Смесь меди и оксида меди(II), в которой массовая доля простого вещества составляет 30 %, обработали раствором (плотность 1,12 г/см<sup>3</sup>) с массовой долей азотной кислоты 0,25 до её полного растворения. В результате реакции выделился бесцветный газ объемом 3,36 дм<sup>3</sup> (н.у.). Вычислите массу исходной твердой смеси и объем израсходованного на реакцию раствора кислоты.

Форма контроля – опрос у доски; контрольная работа.

### Тема 2.3. Использование физических величин при проведении стехиометрических расчетов по уравнениям химических реакций

**Задание 1.** Определите рН и рОН раствора, полученного при смешивании 3,52 г аскорбиновой кислоты (витамин С, гамма-лактон 2,3-дегидро-L-гулоновая кислота) с водой объемом 2 дм<sup>3</sup>, если при этом образовался раствор плотностью 1,105 г/см<sup>3</sup>. Константы диссоциации:  $K_{a1}=7,9 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_{a2}=1,6 \cdot 10^{-12}$ .

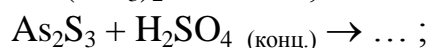
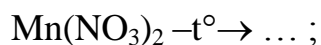
**Задание 2.** Установите, выпадет ли осадок малорастворимого электролита, если к раствору объемом 250 см<sup>3</sup> с молярной концентрацией AgNO<sub>3</sub> 2,5 мМ добавить раствор Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> объемом 150 см<sup>3</sup>, в котором молярная концентрация эквивалентов соли составляет  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>.

**Задание 3.** Рассчитайте рН водного раствора гидрокарбоната натрия, если его молярная концентрация составляет 1,2 моль/дм<sup>3</sup>.

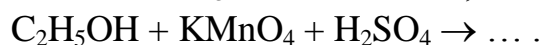
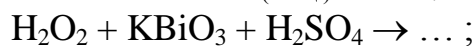
**Задание 4.** В результате сгорания вещества массой 4,5 г в избытке кислорода образовались углекислый газ объемом 4,48 дм<sup>3</sup> (н.у.), вода массой 4,5 г и сернистый газ объемом 1,12 дм<sup>3</sup> (н.у.). Определите молекулярную формулу исходного вещества, если относительная плотность его паров по воздуху составляет 3,104.

**Задание 5.** Закончите уравнения ОВР и расставьте коэффициенты в них:

а) методом электронного баланса



б) методом ионно-электронного баланса



Форма контроля – опрос у доски; контрольная работа

### Примеры заданий на семинарских занятиях

I. Вычисление относительной атомной массы элемента по известной массовой доле атомов элементов.

II. Нахождение относительной атомной массы элемента по известным мольным долям нуклидов в природной смеси.

III. Вычисление относительного содержания нуклидов элемента по анализу масс-спектра простейшего соединения.

IV. Определение химической формулы бинарного или многоэлементного соединения по известной массовой доле атомных частиц

V. Установление химической формулы соединения по стехиометрическому соотношению с учетом избытка или недостатка реагентов.

VI. Вывод эмпирических и молекулярных формул органических веществ по данным об образующихся продуктах их сгорания.

VII. Расстановка коэффициентов в схемах реакций с использованием МЭБ и МИЭБ.

## **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используются **эвристический подход и метод учебной дискуссии**, которые предполагают:

- демонстрацию многообразия возможных решений большинства профессиональных задач;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности;
- участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для согласования существующих позиций по определенной проблеме.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск и обзор литературы и электронных источников по заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- решение задач, предлагаемых на практических занятиях;
- подготовка к практическим занятиям.

### **Примерный перечень вопросов к ЗАЧЁТУ по дисциплине «Физические величины в стехиометрии»**

1. Понятие о физических величинах. Международная система физических величин ISQ. Свойства и термины в химии. Символы физических величин.
2. Определение физической величины. Физические величины и их единицы в химии. Характеристики величин: род, размер, единица, значение.
3. Классификация физических величин по различным признакам. Основные и производные физические величины. Важнейшие производные величины в химии. Уравнения связи.
4. Экстенсивные и интенсивные физические величины.
5. Размерные и относительные (безразмерные) физические величины.
6. Понятие о размерности физической величины.
7. Определение единицы физической величины. Дольные и кратные единицы физических величин. Внесистемные единицы величин.

8. Международная система единиц физических величин SI.
9. Относительная атомная масса химического элемента.
10. Углеродная шкала атомных масс. Постоянная атомной массы.
11. Относительная атомная масса нуклида химического элемента.
12. Масса атома и атомная масса как термины-синонимы.
13. Относительная молекулярная масса вещества (относительная формульная масса вещества ионного строения).
14. Масса молекулы и молекулярная масса как термины-синонимы.
15. Число Авогадро и постоянная Авогадро.
16. Моль - единица химического количества вещества.
17. Химическое количества вещества, определение данной величины. Обоснование употребления в этом термине слова «химическое».
18. Молярная масса вещества, её определение, вычисление и физический смысл.
19. Определение молярного объёма вещества.
20. Молярный объём газообразных веществ, его вычисление и физический смысл.
21. Концентрации и доли веществ в растворах (смесях).
22. Концентрация вещества, её определение. Концентрация количества вещества (концентрация), массовая концентрация как величины, выражающие количественный состав растворов.
23. О целесообразности употребления прилагательного «молярная» в термине «молярная концентрация вещества».
24. Массовая, объёмная и мольная доли как относительные величины, которые не относят к концентрациям веществ в растворах.
25. Стехиометрия как раздел химии, её основные положения.
26. Формулы химических соединений, числовые соотношения атомов в ней. Стехиометрические и нестехиометрические соединения.
27. Уравнение химической реакции. Количественная информация, содержащаяся в нём.
28. Основной закон стехиометрии (для реакций с участием твёрдых и жидких веществ). Алгоритм стехиометрических расчётов по уравнениям реакций.
29. Основной закон стехиометрии (для реакций с участием газообразных веществ). Отработка алгоритма стехиометрических расчётов по уравнениям химических реакций.
30. Нахождение стехиометрических коэффициентов в схемах окислительно-восстановительных реакций методом электронно-ионного баланса и методом электронного баланса.



## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Неорганическая химия	Кафедра неорганической химии	<i>Без изменений в содержании учебной программы</i>	Программа согласована. Протокол № 10 от 20.06.2022
2. Аналитическая химия	Кафедра аналитической химии	<i>Без изменений в содержании учебной программы</i>	Программа согласована. Протокол № 10 от 20.06.2022
3. Физическая химия	Кафедра физической химии	<i>Без изменений в содержании учебной программы</i>	Программа согласована. Протокол № 10 от 20.06.2022

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Физические величины в стехиометрии»**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей химии и методики преподавания химии Белорусского государственного университета (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_)

Заведующий кафедрой  
канд. хим. наук, доцент

\_\_\_\_\_ А.В.Зураев

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,  
д-р хим. наук,  
член-корр. НАН Беларуси

\_\_\_\_\_ Д.В.Свиридов