

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
профессор РАН



/С.С. Карлов/

«30» августа 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОС)
для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Механика. Электричество

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Аналитическая химия, Биохимия и биотехнология, Медицинская химия,
Молекулярная биология и биоорганическая химия, Нефтехимия, Органическая химия,
Радиохимия, Теория и методика обучения химии, Физическая химия,
Химия неорганических веществ и материалов, Химия и технология
композиционных и полимерных материалов, Экологическая химия
и экоадаптивные технологии

Форма обучения:

очная

ФОС рассмотрен и одобрен
Учебно-методической комиссией факультета
(протоколы №16 от 07.06.2023, №23 от 25.03.2025 г.)

Москва 2025

Фонд оценочных средств соответствует требованиям самостоятельно установленного МГУ образовательного стандарта (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019, № 609 от 10 июня 2021 года, № 700 от 29 мая 2023 года, № 1108 от 30 августа 2024 года, № 476 от 07 апреля 2025 года, решения Ученого совета МГУ от 25 апреля 2023 года).

ФОС рассмотрен и одобрен Учебно-методической комиссией факультета (протокол №16 от 07.06.2023) на основании рекомендаций Учебно-методической комиссии физического факультета (кафедра общей физики и молекулярной электроники).

1. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-2 (на уровне специалиста) Способен в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях и методах Естествознания	УК-2.1 Адекватно оценивает уровень естественнонаучной подготовки и необходимость повышения квалификации в соответствующей области знания	Знать: основные методы решения задач курса общей физики Владеть: навыками выделения физической составляющей в химических задачах с последующим использованием стандартных подходов решения таких задач в физике
ОПК-4 (на уровне специалиста). Способен создавать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты	ОПК-4.1 Предлагает математические и (или) физические модели химических процессов	Знать: типичные физические модели, их ограничения и границы их применимости при описании механических и электромагнитных явлений
	ОПК-4.2 Грамотно интерпретирует математические результаты расчета характеристик (свойств, параметров) химических объектов	Уметь: оценивать физическую корректность получаемых численных характеристик
ОПК-6 (на уровне специалиста). Способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области физики и математики	ОПК-6.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности	Знать: основные механические и электромагнитные явления, а также методы их теоретического описания и способы использования в физических приборах Уметь: использовать полученные базовые знания разделов Механика и Электромагнетизм курса общей физики при выборе физических методов изучения химических объектов
	ОПК-6.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	Уметь: использовать полученные базовые знания разделов Механика и Электромагнетизм курса общей физики при интерпретации результатов физических методов исследования химических объектов

2. Оценочные средства для текущего контроля и самостоятельной работы

2.1. Текущий контроль

Образцы контрольных вопросов

1. Что называется мгновенной скоростью материальной точки?
2. Сформулируйте законы Ньютона и расскажите о границах применения этих законов.
3. Дайте определения понятий импульса и момента импульса для материальной точки и для твёрдого тела.
4. Сформулируйте закон сохранения момента импульса для системы материальных точек и для твёрдого тела.
5. Какие силы называются консервативными? Приведите примеры консервативных и диссипативных сил.
6. Какие виды соударений называются абсолютно упругим и абсолютно неупругим ударом?
7. Что такое «вращательное движение твёрдого тела»?
8. Запишите «уравнение моментов» для системы материальных точек (твёрдого тела) относительно неподвижной в ИСО точки пространства. Относительно оси, проходящей через эту точку.
9. Дайте определение момента инерции твёрдого тела относительно оси.
10. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения твёрдого тела относительно неподвижной оси.
11. Сформулируйте теорему Гюйгенса - Штейнера.
12. Рассчитайте момент инерции тела по указанию преподавателя.
13. Опишите устройство лабораторной установки.
14. Расскажите о порядке выполнения лабораторной работы и проведения измерений.
15. Что такое электрический ток?
16. Сформулируйте закон Ома для однородного участка цепи.
17. Что такое ЭДС?
18. Сформулируйте закон Ома для участка цепи с ЭДС.
19. Что такое электроёмкость?
20. Чему равна энергия заряженного конденсатора?
21. Дайте определение вектора магнитной индукции.
22. Сформулируйте закон Био-Савара-Лапласа.
23. Как определить величину и направление силы Лоренца?
24. Как найти магнитную индукцию на оси витка с током?
25. Что такое эффект Холла? От чего зависит ЭДС Холла?
26. Что позволяет определить знание постоянной Холла для данного материала?

2.2. Самостоятельная работа (примеры задач для самоконтроля)

Раздел «Механика»

1. Радиус-вектор частицы определяется выражением $\mathbf{r} = 3t^2 \cdot \mathbf{e}_x + 4t^2 \cdot \mathbf{e}_y + 7 \cdot \mathbf{e}_z$ (м). Вычислить а) путь s , пройденный частицей за первые 10 с движения, б) модуль перемещения $|\Delta \mathbf{r}|$ за это время, в) объяснить полученный результат.
2. Компоненты скорости частицы изменяются со временем по законам: $V_x = A \cdot \cos \omega t$, $V_y = A \cdot \sin \omega t$ и $V_z = 0$, где A и ω – константы. Найти модуль скорости частицы, модуль ускорения, а также угол между векторами скорости и ускорения. На основании полученных результатов сделать

вывод о характере движения частицы.

3. Оценить частоту вращения и ускорение электрона в атоме водорода в модели Бора, приняв радиус орбиты $r = 10^{-10}$ м. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Электрическая постоянная системы СИ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

4. Каковы нормальное и тангенциальное ускорения электрона, который движется в совпадающих по направлению электрическом и магнитном полях? Рассмотреть два случая: 1) скорость электрона направлена вдоль полей и 2) скорость электрона направлена перпендикулярно к ним

5. «Машина Атвуда» (прибор для изучения законов равнопеременного движения) представляет собой систему с двумя грузами одинаковой массы M , связанными нитью перекинутой через массивный блок радиуса R (см. рис.). Если на один из грузов положить небольшой грузик m , то система придёт в ускоренное движение. Пусть экспериментально измеренное ускорение первого груза оказалось равным a . Определить по этим данным момент инерции блока I . Считать, что невесомая и нерастяжимая нить не скользит по блоку, а сам блок вращается без трения.

6. Потенциальная энергия частицы, находящейся в центрально-симметричном силовом поле, имеет вид:

$$U(r) = a/r^2 - b/r,$$

где a и b – положительные константы. а) Найти значение r_0 , соответствующее равновесному положению частицы, б) выяснить, устойчиво ли это положение, в) найти максимальное значение силы притяжения, г) изобразить графики зависимости $U(r)$ и $F_r(r)$ – проекции силы на радиус-вектор \mathbf{r} .

7. Потенциальная энергия частицы имеет вид $U = (x/y - y/z) \cdot a$, где a – константа. Найти силу, действующую на частицу как функцию координат.

8. Два протона с энергией $T = 0,5$ МэВ каждый летят навстречу друг другу и испытывают «лобовое столкновение». До какого минимального расстояния r_{min} они могут сблизиться, если учитывать только электрическое взаимодействие между ними?

9. Однородный стержень длиной $l = 0,85$ м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. Какую минимальную скорость необходимо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси. В исходном положении стержень покоился.

Раздел «Электромагнетизм»

1. Определить напряженность электрического поля E на оси тонкого равномерно заряженного диска радиуса R . Поверхностная плотность заряда диска равна σ .

2. Определить разность потенциалов $\Delta\phi$ между двумя коаксиальными цилиндрами радиусов R_1 и R_2 , равномерно заряженными противоположными по знаку зарядами с линейной плотностью λ . Краевыми эффектами пренебречь.

3. Получить выражения для емкости: а) плоского конденсатора с площадью пластин S и расстоянием d между ними; б) цилиндрического (на единицу длины). Радиусы цилиндров R_1 и R_2 ; в) сферического конденсатора с радиусами сфер R_1 и R_2 ; $R_2 > R_1$. Конденсаторы заполнены диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ .

4. Определить зависимость $q(t)$ заряда от времени на конденсаторе ёмкости C при подключении его через сопротивление R к источнику питания с ЭДС \mathcal{E} . Построить график $q(t)$. Определить максимальное значение тока при зарядке конденсатора.

5. Радиусы обкладок сферического конденсатора равны a и b ($a < b$). Пространство между обкладками заполнено веществом с проницаемостью ϵ и удельной проводимостью σ . Первоначально конденсатор не заряжен. Затем внутренней обкладке сообщается заряд q_0 . Найти: а) за-

кон изменения заряда q на внутренней обкладке, б) количество тепла Q , выделившееся при растекании заряда.

6. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии $l = 15$ см друг от друга. По проводникам текут токи $I_1 = 70$ А и $I_2 = 50$ А в противоположных направлениях. Найти индукцию магнитного поля B в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 20$ см от первого и $r_2 = 30$ см от второго проводника.

7. Однозарядные ионы аргона разгоняются в электрическом поле напряжением 1000 В и затем попадают в перпендикулярное их скорости магнитное поле с индукцией 1 Тл, где разделяются на два пучка. Первому соответствует окружность радиуса $R_1 = 27,4$ мм, второму – радиуса $R_2 = 28,9$ мм. Определить относительные массы этих изотопов.

8. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,02$ Тл равномерно вращается вокруг вертикальной оси горизонтальный стержень длиной $l = 0,5$ м. Ось вращения проходит через конец стержня параллельно линиям магнитной индукции. Определить угловую скорость вращения стержня, при которой на концах стержня возникает разность потенциалов $U = 0,1$ В.

9. Длинная двухпроводная линия питания нагрузки с сопротивлением $R = 10$ Ом обладает индуктивностью $L = 0,1$ мГн. Найти закон нарастания силы тока в нагрузке при замыкании цепи. Определить время нарастания тока τ_1 и τ_2 до значений $0,5I_0$ и $0,75I_0$ соответственно, где I_0 – установившееся значение силы тока в цепи. Сравните эти значения.

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

3.1. Вопросы к экзамену

1. Кинематика материальной точки. Основные понятия. Линейные и угловые характеристики движения.
2. Движение по окружности. Связь линейной и угловой скорости. Ускорение при криволинейном движении.
3. Кинематика абсолютно твёрдого тела. Поступательное и вращательное движение. Плоское движение твёрдого тела. Мгновенная ось вращения.
4. Динамика материальной точки. Сила. Законы Ньютона. Инертная масса тела.
5. Третий закон Ньютона. Силы в механике. Принцип относительности Галилея.
6. Центр масс системы материальных точек и твёрдого тела. Уравнение движения центра масс.
7. Момент силы. Момент импульса МТ, системы МТ и твёрдого тела. Уравнение моментов для системы материальных точек и твёрдого тела.
8. Момент силы. Момент импульса МТ, системы МТ и твёрдого тела. Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела.
9. Момент импульса твёрдого тела относительно оси. Момент инерции твёрдого тела. Пример расчёта и применения теоремы Гюйгенса–Штейнера.
10. Момент инерции твёрдого тела. Расчёт моментов инерции диска и стержня. Пример применения теоремы Гюйгенса–Штейнера.
11. Уравнение моментов для системы материальных точек и твёрдого тела. Уравнение моментов в системе центра масс.
12. Плоское движение твёрдого тела. Пример применения законов динамики к плоскому движению твёрдого тела: скатывание цилиндра по наклонной плоскости.

13. Плоское движение твёрдого тела. Применение законов динамики и кинематики на примере качения обруча по наклонной плоскости. Кинетическая энергия при плоском движении.
14. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Закон сохранения момента импульса.
15. Момент импульса твёрдого тела. Закон сохранения момента импульса для системы МТ и для твёрдого тела.
16. Работа силы при поступательном и вращательном движениях. Механическая энергия – кинетическая и потенциальная. Связь силы и потенциальной энергии.
17. Теорема о кинетической энергии. Консервативные и неконсервативные силы. Связь силы и потенциальной энергии.
18. Теорема о консервативности центральных сил. Потенциальная энергия при гравитационном, электростатическом и упругом взаимодействиях.
19. Работа в поле центральных сил. Потенциальная энергия при гравитационном, электростатическом и упругом взаимодействиях.
20. Механическая энергия – кинетическая и потенциальная. Связь силы и потенциальной энергии. Закон сохранения механической энергии.
 1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции. Пример картины силовых линий электрического поля системы зарядов.
 2. Теорема Гаусса. Применение теоремы для определения напряжённости и потенциала электрического поля «бесконечной» заряженной плоскости.
 3. Теорема Гаусса. Пример применения – расчёт напряжённости и потенциала электрического поля для случая равномерно заряженного шара.
 4. Разность потенциалов в электростатическом поле. Потенциал. Связь напряжённости и потенциала электрического поля. Потенциал электрического поля заряженного кольца.
 5. Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Энергия электрического поля. Объёмная плотность энергии электрического поля.
 6. Теорема Гаусса. Пример расчёта электроёмкости плоского конденсатора.
 7. Теорема Гаусса. Пример расчёта электроёмкости цилиндрического конденсатора.
 8. Теорема Гаусса. Пример применения – расчёт электроёмкости сферического конденсатора.
 9. Электрический диполь. Поле диполя. Силы, действующие на диполь во внешнем однородном электрическом поле.
10. Постоянный ток. Сила и плотность электрического тока. Законы Ома и Джоуля–Ленца для однородного участка цепи в дифференциальной форме.
11. Источники тока. ЭДС. Закон Джоуля–Ленца в интегральной форме. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа.
12. Законы Ома и Джоуля–Ленца для однородного участка цепи (в интегральной форме). Правила Кирхгофа.
13. Магнитное поле, вектор магнитной индукции. Закон Био–Савара–Лапласа. Расчёт индукции магнитного поля участка прямолинейного проводника с током.
14. Магнитное поле, вектор магнитной индукции. Закон Био–Савара–Лапласа. Расчёт индукции магнитного поля кругового витка с током.
15. Взаимодействие между проводниками с токами. Закон Ампера. Сила Лоренца.
16. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Применение теоремы для расчёта индукции магнитного поля цилиндрического проводника с током.

17. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Применение теоремы для расчёта индукции магнитного поля соленоида.
18. «Опыты Фарадея» – открытие Фарадеем явления электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции Фарадея–Максвелла.
19. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции Фарадея–Максвелла. Индуктивность.
20. Самоиндукция. Индуктивность. Расчёт индуктивности соленоида. Энергия магнитного поля.
21. Трактовка Максвелла явления электромагнитной индукции. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной форме.

3.2. Описание показателей и критериев оценивания

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
Результат				
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Критерии оценки	Характеристика требований к результатам аттестации
Полнота знаний программного материала	Обучающийся дал полный и правильный ответ, который изложен в определенной логической последовательности. Правильно и полно давал ответы на дополнительные вопросы ИЛИ допустил незначительные ошибки.
	Обучающийся продемонстрировал достаточную полноту знаний, при наличии несущественных неточностей, ответ изложен в логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы допустил незначительные ошибки.
	Обучающийся продемонстрировал фрагментарные знания и допускает неточности в определении понятий. При ответах на дополнительные вопросы допускал ошибки.
	Обучающийся продемонстрировал незнание значительной части материала. Не смог дать ответы на дополнительные вопросы.

Системность и обобщенность знаний	Обучающийся продемонстрировал полное понимание материала, изложение материала системное, раскрыл вопрос с опорой на аргументы, которые сформулированы четко
	Обучающийся продемонстрировал достаточно глубокое понимание материала, изложение материала системное, приводятся связанные между собой и другими компонентами аргументации понятия или положения
	Обучающийся допустил ошибки, нарушил системность изложения материала, использовал определения, положения и выводы, не связанные непосредственно с раскрываемым вопросом
	Обучающийся продемонстрировал непонимание материала, не смог обосновать свои суждения и привести свои примеры
Корректность употребления терминологического аппарата дисциплины	Обучающийся продемонстрировал хорошее знание терминов дисциплины, корректность их употребления при ответах на вопросы, в том числе дополнительные.
	Обучающийся продемонстрировал знание основных терминов дисциплины. Допущено не более 2–3-х ошибок в употреблении терминов при ответах на вопросы, в том числе дополнительные
	Обучающийся продемонстрировал знание основных терминов дисциплины. Допущено некорректное их употребление при ответах на вопросы.
	Обучающийся продемонстрировал незнание основных терминов дисциплины. Допущены серьезные ошибки при их употреблении в ответах на вопросы
Самостоятельные оценочные суждения	Обучающийся продемонстрировал способность обосновывать и излагать свои оценочные суждения, доказывать, отстаивать свою точку зрения
	Обучающийся продемонстрировал способность излагать свои оценочные суждения, доказывать, отстаивать свою точку зрения
	Обучающийся продемонстрировал умение излагать свои оценочные суждения, неубедительно доказывает свою точку зрения
	Обучающийся не продемонстрировал умение излагать свои оценочные суждения, не доказывает и не отстаивает свою точку зрения

Соответствие оценок и критериев ответа на экзамене

Оценка	Характеристика требований к результатам аттестации
«Отлично»	Теоретическое содержание освоено полностью без пробелов, системно и глубоко. Необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все задания выполнены безупречно, качество их выполнения оценено числом баллов близким к максимуму.
«Хорошо»	Теоретическое содержание освоено в целом без пробелов. Необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы. Все задания выполнены с отдельными неточностями, качество выполнения большинства заданий оценено числом баллов близким к максимуму.

«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание освоено большей частью, но пробелы не носят существенного характера. Необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы. Большинство заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки. .
«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание освоено частично. Необходимые умения и навыки работы не сформированы или сформированы отдельные из них.