

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе
«Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения»



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет)
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Б.В. Падалкин

2016 г.

**Учебно-методическое пособие
к циклу повышения квалификации для педагогических работников по
дополнительной образовательной программе**

**Прикладная физика. Современные тенденции профессионального
обучения**

Авторы:

Морозов А.Н., зав. каф. «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.ф.-м.н., профессор,
почётный работник высшего образования РФ

Еркович О.С., доцент каф. «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.ф.-м.н., доцент

Москва, 2016

Еркович О.С., Морозов А.Н. Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения.

В пособии освещены методические аспекты формирования профессиональных компетенций слушателей в области прикладной физики и их использование в своей педагогической деятельности для сопровождения интерактивных учебных, исследовательских и творческих проектов обучающихся, работа над которыми повышает уровень их подготовки в области физики и ее приложения к решению инженерных задач

Предназначено для учителей физики, ведущих работу с учащимися инженерных классов, преподавателей вузов и учителей физики, принимающих участие в программах дополнительного образования, для студентов и аспирантов, избравших педагогику в качестве специальности основного или дополнительного образования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СУЩНОСТЬ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ.....	7
2. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ.....	11
3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ	91
4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	95
5. ЛИТЕРАТУРА	97
6. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	98

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы особое внимание Правительства Российской Федерации уделяется вопросу подготовки и переподготовки инженерных кадров для обеспечения прорыва по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. В мае 2012 года был подписан Указ «О Президентской программе повышения квалификации инженерных кадров на 2012–2014 годы». Необходимость принятия такой программы обусловлена нехваткой высокопрофессиональных специалистов в области техники и технологии, способных уже сегодня решать задачи инновационного развития России и учитывающих «не только текущие, но и перспективные запросы промышленного сектора» [1].

Одной из причин недостаточного кадрового обеспечения инновационной инженерной деятельности является консерватизм образовательного сообщества, его неспособность быстро перестроиться в ответ на вызовы внешней среды, стремление сохранить пассивные методы обучения. Содержание инженерных образовательных программ и применяемые сегодня образовательные технологии, как правило, не позволяют сформировать у будущих специалистов набор ключевых компетенций, необходимый для победы в конкурентной борьбе.

Школы, а вслед за ними и вузы выстраивают свою работу таким образом, чтобы у выпускников, прежде всего, были знания по изучаемым дисциплинам.

Критерии оценки качества обучения оказываются смещенными в сторону оценки их знаний

Проведенное Ассоциацией инженерного образования России (АИОР) в 2010-2012 годах экспертное исследование состояния отечественного инженерного дела и инженерного образования выявило очевидное противоречие между качеством подготовки инженеров и требованиями работодателей [2].

Работодателей интересуют такие качества специалистов, как:

- способность системно и самостоятельно мыслить и эффективно решать производственные задачи с использованием компетенций, полученных в вузе;
- умение работать в команде;
- знание бизнес процессов и бизнес среды в целом;
- способность генерировать и воспринимать инновационные идеи;
- умение аргументировано презентовать свою идею;
- способность использовать иностранные языки в работе.

Существующая система подготовки инженерных кадров в отечественных вузах не позволяет в полной мере удовлетворить потребности работодателей. Одним из основных недостатков учебного процесса в вузе при подготовке будущих инженеров является недостаточное использование практико-ориентированных образовательных технологий, хорошо организованных практик и самостоятельной работы студентов, реального проектирования. Это не даёт возможности студентами проявить те компетенции, которые были приобретены ими при изучении отдельных дисциплин образовательной программы.

По мнению экспертов АИОР, одним из путей повышения качества подготовки специалистов, способных в определенной степени устранить создавшееся противоречие, является внедрение и более широкое распространение в инженерных вузах практико-ориентированных образовательных технологий.

Будем условно считать, что практико-ориентированные образовательные технологии позволяют подготавливать специалистов к самостоятельной инженерной

деятельности непосредственно после окончания вуза (без периода адаптации к условиям работы на производстве).

Практико-ориентированные образовательные технологии позволяют:

- формировать системное мышление;
- вырабатывать у студентов навыки работы в команде в режиме дискуссий по поиску путей решения проблем;
- способствуют развитию способностей самостоятельно мыслить (индивидуально и в команде, в режиме "мозгового штурма");
- выделять и анализировать проблемы;
- использовать системный подход при решении проблем;
- пробудить интерес к специальности;
- развивать творческие способности;
- генерировать идеи;
- совмещать изучение фундаментальных дисциплин с изучением прикладных (профильных), "заточенных" на решение реальных практических задач (реальные проекты);
- выявлять будущих лидеров и специалистов, обладающих неординарными способностями в различных видах деятельности (конструирование, изобретательство).

Целью создания инженерных классов, ориентированных на подготовку абитуриентов для инженерной высшей школы, является обеспечение преемственности общего среднего и высшего образования, нацеленного на решение единой задачи – создание современного инженерного корпуса.

При этом формирование по крайней мере части компетенций, имеющих значение для эффективной профессиональной деятельности будущего инженера, может быть начато в рамках обучения в инженерных классах средней школы.

Модернизация и развитие курса общей физики связаны с возрастающей ролью фундаментальных наук в подготовке современного инженера. Внедрение высоких технологий в инженерную практику предполагает основательное знакомство специалиста как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований. При этом специалист-инженер должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной.

Физика создает универсальную базу для изучения общеинженерных дисциплин, закладывает фундамент подготовки современного инженера. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает студентов необходимыми знаниями для решения научно-технических вопросов в теоретических и прикладных аспектах.

Значение курса общей физики в инженерном образовании определено ролью науки в жизни современного общества. Наряду с освоением знаний относительно конкретных экспериментальных фактов, законов, теорий в настоящее время курс общей физики приобрел исключительное гносеологическое значение. Именно курс физики позволяет познакомить студентов с научными методами познания, научить их отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента. Поэтому курс физики должен быть выстроен таким образом, чтобы дать студентам представление об основных разделах физики, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами. Курс физики должен показать им разницу между научным и антинаучным подходом в изучении окружающего мира, научить их строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, привить понимание причинно-следственной связи между явлениями.

Обладая достаточной логической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, курс физики является идеальным для решения этой задачи, формируя у студентов подлинно научное мировоззрение.

Задачей курса общей физики является формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий, а также выработка у студентов основ естественнонаучного мировоззрения и ознакомление его с историей развития физики и основных её открытий.

В результате освоения курса физики студент должен изучить основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

Кроме того, студент должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

Предполагается, что выпускник инженерной высшей школы должен понимать и использовать в своей практической деятельности базовые концепции и методы, развитые в современном естествознании. Эти концепции и методы должны лечь в основу преподавания дисциплин естественнонаучного и общинженерного циклов, а также дисциплин специализации.

Приступая к изучению курса общей физики в инженерном вузе, студент должен знать физику в пределах программы средней школы. Требования к математической подготовке студента, безусловно предполагающие знание школьного курса математики, оказываются более высокими.

Современные тенденции развития общества существенно повысили требования к уровню ожидаемых результатов образования. В настоящее время все больше требуются специалисты, отличающиеся мобильностью, самостоятельностью, изобретательностью, умеющие творчески подходить к решению проблем, принимать рациональное решение в ситуации выбора, способные к сотрудничеству.

В концепции модернизации содержания общего образования указывается, что основным результатом обучения и воспитания должен стать набор ключевых компетенций учащихся в интеллектуальной, творческой, исследовательской и других сферах деятельности. Условием их достижения является усиление личностной направленности обучения. Следовательно, введение компетентностного подхода в процесс обучения требует серьезных изменений и в содержании образования, и в осуществлении учебного процесса.

Целью обучения становится достижение учащимися определенного результата, следовательно, содержание материала внутри предмета подбирается учителем под сформулированный результат, при этом меняются формы и методы организации занятий – обучение приобретает деятельностный характер, акцент делается на обучение через практику, продуктивную работу учащихся в малых группах, развитие самостоятельности учащихся и личной ответственности за принятое решение. Приоритетным становится свободный доступ к информационным ресурсам, самообучение, дистанционное и сетевое обучение.

Меняются подходы к оценке: в процедуру оценивания включается рефлексия, сбор портфеля доказательств, наблюдение за деятельностью учащихся. Роль преподавателя изменяется от руководителя к помощнику.

Современная педагогика считает исследовательскую компетенцию и исследовательскую компетентность важными качествами, определяющими готовность будущего специалиста к профессиональной деятельности. При компетентностном подходе главным в обучении становится опыт решения разнообразных задач, моделирующих выполнение будущими специалистами профессиональных ролей и функций, на основе сформированных знаний и универсальных способов деятельности. Такой опыт складывается за счет активных форм и методов обучения, которые должны включать обучающихся в ситуации, имитирующие жизненные и профессиональные проблемы. Это, в свою очередь, совершенствует универсальные знания и опыт выпускника, которые нельзя передать напрямую, но можно «взрастить» через организацию самостоятельного поиска способов деятельности в нестандартных учебных ситуациях.

Компетенции наиболее эффективно формируются в образовательном процессе при использовании технологий, способствующих вовлечению обучающихся в поиск и применение знаний, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач:

- технологий проблемно-модульного обучения, которые предполагают самостоятельное или частично самостоятельное освоение школьником учебного материала с организацией закрепления и применения знаний при решении задач, самоконтроля и проверки полученных результатов, самооценки и коррекции учебно-познавательной деятельности;
 - технологий исследовательского обучения:
 - 1) столкновение с проблемой,
 - 2) сбор данных – «верификация»,
 - 3) сбор данных – экспериментирование,
 - 4) построение плана исследования,
 - 5) анализ хода исследования,
 - 6) выводы, рефлексия результатов.
 - коммуникативных технологий, направленных на организацию работы в группе и сотрудничество, на формирование у студентов универсальных умений, связанных с согласованием интересов и постановкой общих целей деятельности;
- проектного обучения, которое носит прикладной междисциплинарный характер, а содержание проектов и способы их выполнения соответствуют содержанию и технологиям будущей профессиональной деятельности студентов.

Использование в образовательном процессе перечисленных технологий обеспечивает проблемно-исследовательский характер учебного процесса, его прикладную профессиональную направленность.

Исследовательская компетенция школьников может быть сформирована в процессе учебной исследовательской деятельности, суть которой состоит в систематическом выполнении под руководством преподавателя экспериментальных и теоретических учебных исследований по физике: в творческом решении учебно-исследовательских задач, процесс решения которых заранее неизвестен и должен быть выполнен в соответствии с методологией научного исследования.

Критериями сформированности исследовательской компетенции, которая затем должна проявиться в соответствующей исследовательской компетентности, будут способность и готовность школьника самостоятельно, а также в группе или с консультативной помощью, поставить перед собой учебную исследовательскую задачу и

решить ее по методологии научного исследования, последовательно выполняя все методологические этапы.

Из самых общих представлений можно утверждать, что учебно-исследовательская задача должна занимать промежуточное положение между учебной задачей, алгоритм решения или эвристический прием решения которой неизвестен только школьнику, и научно-исследовательской задачей, которая формулируется самим исследователем, способ решения которой, чаще всего, неизвестен никому, а её решение дает объективно новые знания. Такие учебно-исследовательские задачи могут выступать в учебном процессе школы определенным аналогом исследовательских задач в науке.

1. СУЩНОСТЬ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ

На современном этапе цели образования определяют общее направление всей системы образования. Они направлены на формирование и всестороннее развитие творческой, активной личности учащегося, формирование у школьников умений самостоятельно приобретать и применять знания, подготовку их к последующей трудовой и общественной деятельности. Широкое распространение получает компетентностный подход к образованию, основой которого является в настоящее время приоритетная ориентация на цели – векторы образования: обучаемость, самоопределение, самоактуализация, социализация и развитие индивидуальности. Существует тенденция введения компетентностного подхода не только в нормативную, но и в практическую составляющую образования.

КОМПЕТЕНЦИЯ - круг вопросов, явлений, в которых данное лицо обладает авторитетностью, познанием, опытом. (Толковый словарь Ушакова)

КОМПЕТЕНЦИЯ - круг вопросов, в которых кто-нибудь хорошо осведомлён. (Толковый словарь Ожегова). Компетёнция (от лат. *competere* — соответствовать, подходить) — способность применять знания, умения, успешно действовать на основе практического опыта при решении задач общего рода, также в определенной широкой области.

Компетенция может рассматриваться как совокупность смысловых ориентаций, знаний, умений, навыков и опыта деятельности ученика по отношению к определенному кругу объектов реальной действительности, необходимых для осуществления личностно и социально – значимой продуктивной деятельности.

Компетенция в системе общего образования представляет собой совокупность взаимосвязанных качеств личности, отражающих заданные требования к образовательной подготовке выпускников, а компетентность – как обладание человеком соответствующей компетенцией.

Логика реализации компетентностного подхода в деятельности учителя:



Изучение физики предоставляет широкие возможности для формирования проектно-исследовательской компетенции, так как физика как наука обладает широкими возможностями для развития у учащихся ключевых, общепредметных и предметных компетенций.

Вопрос состоит в том, каким образом организовать учебный процесс, чтобы не просто дать ученикам знания об исследуемых процессах и сформировать у них навыки работы над проектом, а также умения проведения исследований, но и решить более глубокую задачу - формирования проектно-исследовательской компетенции, наличие которой, необходимо для продолжения физического образования, успешной деятельности в сфере материального производства.

Компетенция всегда проявляется в деятельности.

Исследовательская деятельность (учебная и научная) реализует одну из естественных потребностей человека – познавательную и способствует развитию и проявлению творческого потенциала личности. В условиях информационного общества именно наука становится важной составляющей деятельности, формирующей научный стиль мышления.

Задача формирования исследовательской компетентности в настоящее время остро поставлена как перед педагогической наукой, так и перед практикой образования. В связи с необходимостью подготовки нового поколения молодых специалистов, способных решать быстро и качественно сложные задачи, не по шаблону, а творчески рассматривать решаемую задачу, проявляя профессионализм и конкурентоспособность.

Исследовательская деятельность обучающихся— деятельность учащихся, связанная с решением учащимися творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением (в отличие от практикума, служащего для иллюстрации тех или иных законов природы) и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере, нормированную исходя из принятых в науке традиций: постановку проблемы, изучение теории, посвященной данной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы. Любое исследование, независимо, в какой области естественных или гуманитарных наук оно выполняется, имеет подобную структуру. Такая цепочка является неотъемлемой принадлежностью исследовательской деятельности, нормой ее проведения.

Проектная деятельность обучающихся — совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность учащихся, имеющая общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата деятельности. Непременным условием проектной деятельности является наличие заранее выработанных представлений о конечном продукте деятельности, этапов проектирования (выработка концепции, определение целей и задач проекта, доступных и оптимальных ресурсов деятельности, создание плана, программ организация деятельности по реализации проекта) и реализации проекта, включая его осмысление и рефлексию результатов деятельности.

Проектно-исследовательская деятельность — деятельность по проектированию собственного исследования, предполагающая выделение целей и задач, выделение принципов отбора методик, планирование хода исследования, определение ожидаемых результатов, оценка реализуемости исследования, определение необходимых ресурсов. Является организационной рамкой исследования.

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 10 из 102

Анализ исследований по содержанию и организации проектной и исследовательской деятельности позволяет сделать структурное обобщение этих видов учебной деятельности в проектно-исследовательскую, так как их объединение оптимизирует формирование проектно-исследовательской компетенции.

Проектно-исследовательская компетенция - это совокупность физических знаний в определенной области, знаний о структуре проектной и исследовательской деятельности, наличие проектных и исследовательских умений (решать проблемы на основе выдвижения и обоснования гипотез, ставить цель деятельности, планировать деятельность, осуществлять сбор и анализ необходимой информации, выполнять эксперимент, представлять результаты исследования), наличие способности применять эти знания и умения в конкретной деятельности.

Проектно-исследовательская компетентность учащихся определяется как интегральное качество личности, выражающееся в готовности и способности к самостоятельной деятельности по решению исследовательских задач и творческому преобразованию действительности на основе совокупности личностно-осмысленных знаний, умений, навыков, ценностных отношений.

В содержании исследовательской компетентности выделяются следующие компетенции:

- ставить цель и организовывать ее достижение, уметь пояснить свою цель (целеполагание);

- организовывать планирование, анализ, рефлексию, самооценку своей исследовательской деятельности;

- задавать вопросы к фактам, отыскивать причины явлений;

- владеть навыками работы с различными источниками информации, самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения исследовательских задач информацию, ориентироваться в информационных потоках, уметь выделять в них главное;

- ставить познавательные задачи и выдвигать гипотезы; выбирать условия проведения наблюдения или опыта; выбирать необходимые приборы и оборудование, владеть измерительными навыками, работать с инструкциями; использовать элементы вероятностных и статистических методов познания; описывать результаты, формулировать выводы;

- выступать устно и письменно о результатах своего исследования с использованием компьютерных средств и технологий (текстовые и графические редакторы, презентации).

Исследовательская деятельность на уроке организуется через решение познавательных задач, задания творческого и исследовательского характера, экспериментов, лабораторных и практических работ позволяющих ученику получить навыки самостоятельного поиска истины.

Отличие исследовательской деятельности от проектной

Исследование - поиск истины или неизвестного, а проектирование - решение определенной, ясно осознаваемой задачи.

Принципиальное отличие исследования от проектирования состоит в том, что исследование не предполагает создания какого-нибудь заранее планируемого объекта, даже его модели или прототипа. Исследование - это процесс поиска неизвестного, новых знаний, один из видов познавательной деятельности.

По цели

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 11 из 102

Цель проектной деятельности – реализация проектного замысла.

Цель исследовательской деятельности - уяснения сущности явления, истины, открытие новых закономерностей и т.п.

Оба вида деятельности в зависимости от цели могут быть подсистемами друг у друга. То есть, в случае реализации проекта в качестве одного из средств будет выступать исследование, а, в случае проведения исследования – одним из средств может быть проектирование.

По наличию гипотезы

Исследование подразумевает выдвижение гипотез и теорий, их экспериментальную и теоретическую проверку.

Проекты могут быть и без исследования (творческие, социальные, информационные).

По этапам исследования

Основные этапы проектной деятельности:

- Определение темы проекта, поиск и анализ проблемы, постановка цели проекта, выбор названия проекта;
- Обсуждение возможных вариантов исследования, сравнение предполагаемых стратегий, выбор способов, сбор и изучение информации, определение формы продукта и требований к продукту, составление плана работы, распределение обязанностей;
- Выполнение запланированных технологических операций, внесение необходимых изменений;
- Подготовка и защита презентации;
- Анализ результатов выполнения проекта, оценка качества выполнения проекта.

Этапы исследования:

- Формулирование проблемы, обоснование актуальности выбранной темы.
- Выдвижение гипотезы.
- Постановка цели и конкретных задач исследования.
- Определение объекта и предмета исследования.
- Выбор методов и методики проведения исследования.
- Описание процесса исследования.
- Обсуждение результатов исследования.
- Формулирование выводов и оценка полученных результатов.

По продукту

Проект – это замысел, план, творчество по плану.

Проектирование может быть представлено как последовательное выполнение серии четко определенных, алгоритмизированных шагов для получения результата.

Проектная деятельность всегда предполагает составление четкого плана проводимых изысканий, требует ясного формулирования и осознания изучаемой проблемы, выработку реальных гипотез, их проверку в соответствии с четким планом и т.п.

Исследование – процесс выработки новых знаний, истинное творчество.

Исследование - это поиск истины, неизвестного, новых знаний. При этом исследователь не всегда знает, что принесет ему сделанное в ходе исследования открытие. Исследовательская деятельность изначально должна быть свободной, не регламентированной какими-либо внешними установками, она более гибкая, в ней значительно больше места для импровизации.

При организации любой деятельности необходимо учитывать возрастные особенности школьников, создавать условия для их развития.

Таким образом, проектирование и исследование — изначально принципиально разные по направленности, смыслу и содержанию виды деятельности.

С точки зрения педагогической психологии и образовательной практики важно, что проектирование и исследование тесно связаны с прогнозированием, а потому могут служить эффективным инструментом развития интеллекта и креативности ребенка в обучении.

2. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ФИЗИКИ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Изучение курса физики, с одной стороны, закладывает фундаментальные основы изучения этой науки и естествознания вообще, с другой — позволяет, используя опыт повседневной жизни учащегося, вызвать эмоциональный отклик на изучаемый материал, являющийся необходимым для формирования интереса к исследовательской деятельности.

Физика как учебная дисциплина имеет чрезвычайно большое значение для формирования естественно-научного мышления, характерной чертой которого является умение пользоваться законами физики для описания явлений окружающего мира, и устанавливать причинно-следственные связи между событиями, а при необходимости — проводить экспериментальные и теоретические исследования, позволяющие сформулировать новые законы.

В настоящем разделе приведены задания различных типов, выполнение которых со школьниками стимулирует развитие исследовательских компетенций у школьников.

В том случае, когда занятия с учащимися инженерных классов проводятся по «вузовскому» типу (лекция — семинар — практикум), целесообразно предоставить школьникам раздаточный материал, представляющий собой краткую сводку теоретических данных, необходимых для решения задач по теме занятия. При этом появляется возможность не тратить время на рутинное напоминание сведений, уже известных части учащихся, а сконцентрировать их внимание на исследовательской части заданий: выдвижении гипотез, построении моделей изучаемой системы, выборе методики решения, установлении истинности гипотезы.

Следует чередовать простые задания со сложными, задачи повышенной трудности — с мини-кейсами, вызывающими эмоциональный отклик аудитории.

Развернутые контекстные задания, ситуационные задания, кейсы во время проведения семинаров целесообразно использовать не слишком часто, потому что они наиболее эффективны во время работы командой и требуют определенной временной свободы, недостижимой в условиях дефицита учебного времени.

В то же самое время лабораторная работа сама по себе представляет исследование, осуществляемое под руководством преподавателя, как правило — командой в составе 2-4 человек. При возможности диверсифицировать задания, выдаваемые разным исследовательским командам, преподаватель получает возможность при обсуждении результатов эксперимента формулировать различные ситуационные задания.

Рассмотрим примеры заданий разных типов, ориентированных на освоение разделов курса физики, наиболее важных для инженерной практики.

Тема: Основы механики. Кинематика.

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской
-----------------	--

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 13 из 102

	компетенции?
Раздаточный материал: пример 1 (для школьников, не изучавших математический анализ) Кинематика равномерного движения <i>Материальной точкой</i> называют тело, форма и размеры которого несущественны в условиях данной задачи. Положение материальной точки определяется по отношению к какому-либо произвольно выбранному телу, называемому телом отсчета, с которым связана система отсчета - совокупность системы координат и часов, связанных с телом отсчета. Положение точки может быть охарактеризовано <i>радиус-вектором</i> $\mathbf{r}$, проведенным из начала системы координат в данную точку. Линию, описываемую материальной точкой в пространстве, называют <i>траекторией</i> этой точки. Расстояние, пройденное точкой вдоль траектории, называют <i>длиной пути (путем)</i> точки. Длина пути - неотрицательная скалярная величина. <i>Вектором перемещения (перемещением)</i> материальной точки за промежуток времени от t до $t + \Delta t$ называют приращение радиус-вектора точки за рассматриваемый промежуток времени: $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t).$ Вектор средней скорости точки (средняя скорость по перемещению) равна $\mathbf{v}_{\text{ф}} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t},$ где $\Delta \mathbf{r}$ - приращение радиус-вектора; для проекций скорости на координатные оси $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t},$ $v_y = \frac{\Delta y}{\Delta t},$ $v_z = \frac{\Delta z}{\Delta t}.$ Среднепутевая скорость равна $v_{\text{ср}} = \Delta s / \Delta t,$ где Δs - путь, пройденный за время Δt; среднепутевая скорость - скалярная величина. При движении с постоянной скоростью	1) Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2) Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий

$\mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v}t;$ $x(t) = x_0 + v_x t,$ $y(t) = y_0 + v_y t,$ $z(t) = z_0 + v_z t.$ Закон сложения скоростей позволяет связать между собой скорости, измеренные наблюдателями, находящимися в разных системах отсчета. Пусть система отсчета K' движется поступательно со скоростью $\bar{V}$ относительно системы отсчета K. Если скорость некоторой точки M относительно системы отсчета K' равна $\bar{v}'$, то скорость $\bar{v}$ точки M в системе отсчета K' $\bar{v} = \bar{V} + \bar{v}'.$	
Раздаточный материал: пример 2 (для школьников, изучавших математический анализ) Кинематика равномерного движения Материальной точкой называют тело, форма и размеры которого несущественны в условиях данной задачи. Положение материальной точки определяется по отношению к какому-либо произвольно выбранному телу, называемому телом отсчета, с которым связана система отсчета – совокупность системы координат и часов. Положение точки может быть охарактеризовано радиус-вектором $\vec{r}$, проведенным из начала системы координат в данную точку. Линию, описываемую материальной точкой в пространстве, называют траекторией этой точки. Расстояние, пройденное точкой вдоль траектории, называют длиной пути (путем) точки. Длина пути – неотрицательная скалярная величина. Вектором перемещения (перемещением) материальной точки за промежуток времени от t до $t + \Delta t$ называют приращение радиус-вектора точки за рассматриваемый промежуток времени: $\Delta \vec{r} = \vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t).$ Перемещение – вектор, начало которого совпадает с начальной, а конец – с конечной точкой траектории. Средняя скорость точки $\bar{v}_{\text{ср}}$, по	1) Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2) Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 3) Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа

определению $\vec{v}_{\text{cp}} = \Delta \vec{r} / \Delta t ,$ где Δt – промежуток времени, за который было совершено перемещение $\Delta \vec{r}$. Проекции вектора $\vec{v}_{\text{cp}}$ на оси координат $v_{x_{\text{cp}}} = \Delta x / \Delta t , \quad v_{y_{\text{cp}}} = \Delta y / \Delta t , \quad v_{z_{\text{cp}}} = \Delta z / \Delta t .$ Среднепутевая скорость $v_{\text{п}} = \Delta S / \Delta t ,$ где ΔS – путь, пройденный за время Δt ; среднепутевая скорость – скалярная величина. Скорость (мгновенная скорость): $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}} ; .$ $v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = \dot{x} ;$ $v_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{dy}{dt} = \dot{y} ;$ $v_z = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{dz}{dt} = \dot{z} .$ Закон сложения скоростей позволяет связать между собой скорости, измеренные наблюдателями, находящимися в разных системах отсчета. Пусть система отсчета K' движется поступательно со скоростью $\vec{V}$ относительно системы отсчета K . Если скорость некоторой точки M относительно системы отсчета K' равна $\vec{v}'$, то скорость $\vec{v}$ точки M в системе отсчета K' $\vec{v} = \vec{V} + \vec{v}' .$	
Раздаточный материал: пример 3 (для школьников, не изучавших математический анализ) Равнопеременное прямолинейное движение Средним ускорением точки в интервале времени от t до Δt называют вектор $\mathbf{a}_{\text{cp}}$, равный отношению приращения $\Delta \mathbf{v}$ вектора скорости точки к этому промежутку времени Δt: $\mathbf{a}_{\text{cp}} = \frac{\mathbf{v}(t + \Delta t) - \mathbf{v}(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} .$ Если $\mathbf{a}_{\text{cp}}$ не зависит от Δt, то движение называют равноускоренным. При движении вдоль оси Ox с постоянным ускорением a зависимости проекции скорости v_x на ось Ox и координаты x от времени имеют вид $v_x(t) = v_0 + at , \quad x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 .$	
Раздаточный материал: пример 4 (для школьников, не изучавших математический анализ)	

анализ)

Равнопеременное прямолинейное движение

Среднее ускорение

$$\bar{a}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t},$$

где Δt – промежуток времени, за который произошло изменение скорости $\Delta \vec{v}$.

Мгновенное ускорение

$$\bar{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}};$$

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} = \dot{v}_x;$$

$$a_y = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v}_y;$$

$$a_z = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_z}{\Delta t} = \frac{dv_z}{dt} = \dot{v}_z.$$

При движении материальной точки вдоль оси Ox с постоянным ускорением зависимости проекции скорости $\vec{v}$ на ось Ox и координаты x от времени имеют вид

$$v_x(t) = v_{0x} + a_x t, \quad x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2,$$

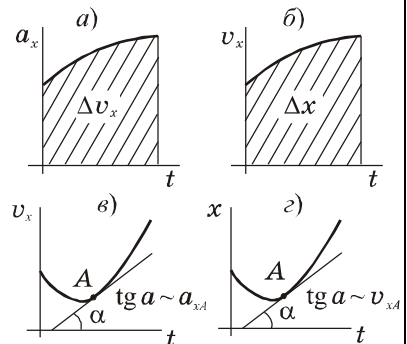
где a_x и v_{0x} – проекции ускорения $\bar{a}$ и начальной скорости $\vec{v}_0$ на ось Ox ; x_0 – начальное значение координаты x .

Раздаточный материал: пример 5 (для школьников, не изучавших математический анализ)

Графики движения.

При решении задач полезно иметь в виду следующие свойства графиков зависимостей $a_x(t)$, $v_x(t)$, $x(t)$.

а) Площадь под графиком зависимости ускорения от времени $a_x = a_x t$ равна приращению скорости Δv_x (рис. а).



б) Площадь под графиком зависимости скорости от времени $v_x = v_x t$ равна приращению координаты Δx (рис. б).

в) Тангенс угла наклона касательной к графику зависимости $v_x = v_x t$ пропорционален ускорению a_x (рис. в).

в).

г) Тангенс угла наклона касательной к графику зависимости $x = x t$ пропорционален скорости v_x (рис. г).

$a_{x,A}$ – значение ускорения в точке A , $v_{x,A}$ – значение скорости в точке A .

д) Площадь под графиком $|v_x(t)|$ при прямолинейном движении равна пройденному пути.

Раздаточный материал: пример 6 (для школьников, изучавших математический анализ)

Движение точки по окружности

Положение материальной точки, движущейся по окружности радиуса R , можно задать, указав единственную координату – полярный угол φ (угол поворота), отсчитываемый от некоторого произвольно взятого направления – полярной оси.

Угол поворота φ измеряется в радианах и таким образом является величиной безразмерной. Связь между радианной и градусной мерой угла:

$$\varphi^* = \frac{\varphi}{\pi} 180^\circ,$$

где φ^* – угол в градусах.

Длина дуги S окружности, стягиваемой центральным углом φ :

$$S = R\varphi,$$

где R – радиус окружности.

Средние угловые скорость ω_{cp} и ускорение ε_{cp} точки при движении по окружности определены выражениями

$$\omega_{\text{cp}} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}, \quad \varepsilon_{\text{cp}} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}.$$

Мгновенная угловая скорость

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi};$$

мгновенное угловое ускорение

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega}.$$

При движении по окружности с постоянной угловой скоростью ($\omega = \text{const}$)

$$\varphi(t) = \varphi_0 + \omega t.$$

При движении по окружности с постоянным угловым ускорением ($\varepsilon = \text{const}$)

$$\omega(t) = \omega_0 + \varepsilon t; \quad \varphi(t) = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \varepsilon t^2.$$

Линейная скорость v точки при движении по окружности радиуса R с угловой скоростью ω

$$v = \omega R.$$

Ускорение точки в проекциях на касательную и нормаль к траектории при движении точки по окружности радиуса R равно

$$a_{\tau} = \varepsilon R; \quad a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R;$$

a_{τ} называют **касательным** или **тангенциальным ускорением**; a_n – **центростремительным** или **нормальным ускорением**.

Время совершения одного полного оборота называется **периодом вращения** T .

Величина, обратная периоду вращения,

$$\nu = \frac{1}{T}$$

называется **частотой вращения**, она равна числу оборотов, совершаемых точкой в единицу времени.

Частота и период вращения связаны с угловой скоростью соотношением

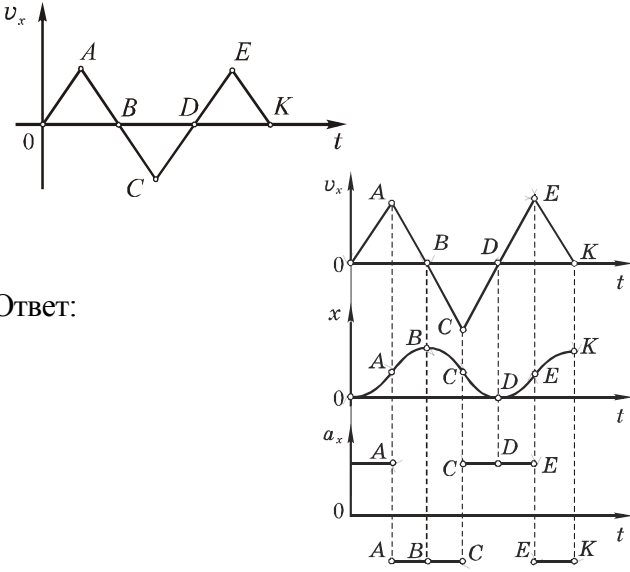
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

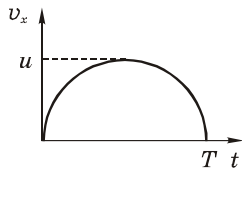
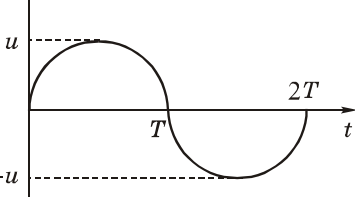
Задачи повышенной сложности

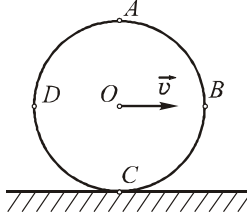
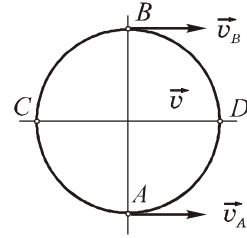
1. Первую половину времени тело движется со скоростью $v_1 = 20$ м/с под углом $\alpha_1 = 60^\circ$ к заданному направлению, а вторую половину времени – под углом $\alpha_2 = 120^\circ$ к тому же направлению со скоростью $v_2 = 40$ м/с.

При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования терминов и определений.

Найдите среднюю скорость движения $\vec{v}_{\text{ср}}$. Какова среднепутевая скорость движения? Отв.: $v_{\text{ср}} = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)} = 26,5 \text{ м/с};$ $v_{\text{ср}} = \frac{v_1 + v_2}{2} = 30 \text{ м/с}$	Обращаем внимание школьников на важность умения работать с векторными величинами.
2. Тело совершает два последовательных, одинаковых по длине перемещения со скоростями $v_1 = 20 \text{ м/с}$ под углом $\alpha_1 = 60^\circ$ к направлению оси Ox и $v_2 = 40 \text{ м/с}$ под углом $\alpha_2 = 120^\circ$ к тому же направлению. Найдите среднюю скорость движения $\vec{v}_{\text{ср}}$. Какова среднепутевая скорость движения? Отв.: $v_{\text{ср}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} \cos \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} = 23,1 \text{ м/с}; \quad v_{\text{ср}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = 26,7 \text{ м/с]}$	
3. Поезд движется относительно платформы со скоростью $v_1 = 45 \text{ км/ч}$. По вагону в сторону движения поезда идет пассажир со скоростью $v_2 = 3 \text{ м/с}$ относительно поезда. Скорость пассажира относительно человека, идущего по платформе, $v_3 = 18 \text{ м/с}$. Вычислите скорость человека, идущего по платформе (относительно платформы). В каком направлении этот человек движется? Ответ: $v_{\text{чел}} = v_1 + v_2 - v_3 = -2,5 \text{ м/с}$, человек по платформе идет навстречу поезду	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования терминов и определений.
4. Две машины отъехали от перекрестка по двум взаимно перпендикулярным улицам: одна со скоростью 50, вторая – 60 км/ч. С какой относительной скоростью v они удаляются друг от друга? Ответ: $v = 78,1 \text{ км/ч}$	Задача имеет практическое применение для решения навигационных задач. При решении задачи обращаем внимание школьников на важность умения работать с векторными величинами.
Мальчик перебегает дорогу перед автомобилем, спотыкается и падает на дорогу перед автомобилем на расстоянии $S = 100 \text{ м}$. Успеет ли водитель остановить автомобиль, если время его реакции (до нажатия на тормоз) $t_0 = 0,5 \text{ с}$, скорость автомобиля $v_0 = 90 \text{ км/ч}$, а модуль ускорения $a = 5 \text{ м/с}^2$? Ответ: $L = v_0 t_0 + \frac{v_0^2}{2a} = 75 \text{ м} < S = 100 \text{ м};$ водитель успеет затормозить	Контекстная задача, содержащая реальные данные (источник: сотрудник ГИБДД).

Пуля, выпущенная из автомата АК-74м, летевшая горизонтально со скоростью $v_0 = 900$ м/с, попадает в дерево и застревает в нем, пройдя путь $s_1 = 20$ см. С какой скоростью v пуля выйдет из доски толщиной $s_2 = 7,2$ см, если ускорение пули в обоих случаях постоянно и одинаково? Ответ: $v = v_0 \sqrt{1 - \frac{s_2}{s_1}} = 720 \text{ м/с}$	Контекстная задача, содержащая реальные данные
Ракета, запущенная вертикально, достигла максимальной высоты $H = 192$ км. Во время работы двигателя ускорение ракеты $a = 2$ м/с². Сколько времени τ работал двигатель? Ответ: $\tau = \sqrt{\frac{2H}{a + g}} = 400$ с	При решении задачи можно продемонстрировать возможность применения разных подходов к ее решению: как чисто кинематического, так и с использованием закона сохранения энергии для второго этапа движения ракеты (с выключенным двигателем).
Дан график проекции скорости тела, движущегося вдоль оси Ox. Постройте графики его перемещения $\Delta x(t)$ и ускорения $a_x(t)$, если треугольники OAB, BCD и DEK равны. Ответ: 	При решении задачи возможно обсудить связи между физическими и математическими дисциплинами, обратив внимание на связь между графиком функции и ее производной. Полезно отметить, что график зависимости координаты от времени является непрерывным и гладким, график проекции скорости – непрерывным, но негладким, а график проекции ускорения – разрывным в точках, соответствующих «негладкостям» графика проекции скорости.
Графики зависимостей скорости от времени имеют вид дуг окружностей, опирающихся на диаметр (рис. а, б). Значения u и τ – заданы. Найдите приращения координат Δx и пути s, пройденные с начала движения.	Задача позволяет обсудить понятие размерности и его важность для решения практических задач.

а)  б)  Ответ: а) $\Delta x = \pi u T / 4$, $S = \Delta x$; б) $\Delta x = 0$, $S = \pi u T / 2$	
Точка движется вдоль оси Ox по закону $x(t) = 5 + 3t - 9t^2$. Все величины заданы в СИ. На каком расстоянии от начала координат скорость точки будет равна нулю? Ответ: [$x_1 = 5,25$ м]	Задача позволяет показать, что совместное применение физических определений и математических методов (заимствованных из математического анализа) позволяет получить решение задачи быстро и с минимумом вычислительных действий, что ускоряет работу и снижает вероятность ошибок в работе.
Из брандспойта (шланг с металлическим наконечником), расположенного около поверхности земли, вырывается струя воды со скоростью $v_0 = 10$ м/с. Брандспойт медленно вращается вокруг вертикальной оси. Одновременно с этим случайным образом меняется угол его наклона к земле. Определите максимальную площадь $S_{\max}$, которую можно полить этим брандспойтом. Ответ: $S_{\max} = \pi \frac{v_0^4}{g^2} = 326 \text{ м}^2$	Контекстная задача с реальными данными.
Из зенитного орудия, помещенного в начало координат, нужно попасть в цель с координатами a по горизонтали и b по вертикали. Найдите тангенс угла, который должен составить при этом ствол орудия с горизонтом, если начальная скорость снаряда v_0 задана. Соппротивлением воздуха пренебречь. При каких значениях скорости v_0 возможно попадание в цель? Ответ: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_0^2}{ga} \left(1 \pm \frac{\sqrt{v_0^4 - 2gbv_0^2 - g^2a^2}}{v_0^2} \right);$ $v_0 \geq \sqrt{g(b + \sqrt{a^2 + b^2})}.$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. Пример: начальная скорость снаряда, выпущенного из зенитного орудия 15-см Gerat 50 (фирмы Круппа), используемого во время Второй мировой войны, составляла 890 м/с. Определите размеры области, в которую не должен был влетать советский самолет, целью которого была батарея таких орудий? Изобразите ее (с соблюдением масштабов) на миллиметровой бумаге. Каковы ее размеры по горизонтали и по вертикали?
Число зубьев одной из шестерен зубчатой	Практико-ориентированная задача инженерной направленности.

передачи $Z_1 = 18$, а второй $Z_2 = 90$. Определите угловую скорость второй шестерни, если первая совершает $n_1 = 3000$ об/мин. Ответ: $\omega_2 = 2\pi \frac{n_1 Z_1}{Z_2} = 62,8 \text{ с}^{-1}$	
Сплошной диск катится без скольжения по горизонтальному участку дороги с постоянной скоростью v. а) Докажите, что линейная скорость вращения относительно центра O любой точки диска, лежащей на его ободе, равна скорости поступательного движения диска v. б) Определите величину и направление скоростей точек A, B, C и D, лежащих на ободе диска, относительно неподвижного наблюдателя в тот момент, когда эти точки занимают показанное на рисунке положение. в) Какие точки диска имеют относительно неподвижного наблюдателя ту же по абсолютной величине скорость, что и центр диска?  Ответ: б) $v_A = 2v$; точка A движется направо по горизонтали (см. рис.); $v_B = v_D = v\sqrt{2}$; точка B движется вертикально вниз, точка D – вертикально вверх; $v_C = 0$; в) точки, находящиеся на расстоянии радиуса диска от точки C	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»
Плоский обруч движется так, что в некоторый момент времени скорости концов диаметра AB лежат в плоскости обруча и перпендикулярны этому диаметру (см. рис.). Скорость точки A равна v_A, а скорость точки B равна v_B. Определите скорости концов диаметра CD, перпендикулярного AB, в этот же момент времени, считая, что эти скорости также лежат в плоскости обруча. Какими станут скорости точек C и D, если вектор $\vec{v}_A$ изменит направление на противоположное? 	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

Ответ: В обоих случаях $v_C = v_D = \sqrt{\frac{v_A^2 + v_B^2}{2}}$	
Ситуационные и контекстные задания	
5. Может ли спортсмен на водных лыжах при натянутом тросе двигаться быстрее катера? Может ли катер при натянутом тросе двигаться быстрее лыжника? Ответ: Могут. Обязательным условием является лишь равенство проекций скоростей лыжника и катера на ось, направленную вдоль троса.	Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции. Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля, так и входить в состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания межпредметного содержания, способствующие формированию познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.
6. Земля вращается с запада на восток. Почему, подпрыгивая вертикально вверх, мы не смещаемся к западу? Ответ: потому что в момент прыжка горизонтальная составляющая нашей скорости равна скорости поверхности Земли, связанной с ее суточным вращением.	
7. Сверху заднего колеса велосипеда устанавливают крыло, защищающее седока от слетающей с колеса грязи. Почему возможно попадание этой грязи на седока, ведь колесо и велосипед движутся с одинаковой скоростью? Ответ: верхние точки колеса движутся со скоростью, превышающей скорость велосипедиста. Поэтому частицы грязи, слетающие с колеса, могут догнать велосипедиста.	

Тема: Основы механики. Законы Ньютона

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской компетенции?
<i>Раздаточный материал: пример 1 (для школьников, не изучавших математический анализ)</i> ЗАКОНЫ НЬЮТОНА Первый закон Ньютона – закон инерции. <i>Существуют такие системы отсчета, называемые инерциальными, в которых изолированная материальная точка покоится или движется равномерно и</i>	1. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий

прямолинейно до тех пор, пока действие со стороны других тел не заставит ее изменить это состояние.

Согласно первому закону Ньютона все системы отсчета делятся на инерциальные, в которых первый закон выполняется, и неинерциальные.

Для инерциальных систем отсчета справедлив принцип относительности Галилея: все механические процессы протекают одинаково в любой инерциальной системе отсчета.

В инерциальных системах отсчета выполняются все законы механики, неинерциальные требуют специального рассмотрения.

Второй закон Ньютона. Ускорение $\vec{a}$ точечного тела с постоянной массой m пропорционально равнодействующей $\vec{F}$ приложенных к телу сил и обратно пропорционально массе тела:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Второй закон Ньютона при решении задач удобнее записывать в виде

$$m\vec{a} = \vec{F}.$$

Сила – мера механического воздействия на тело других тел и полей. Сила – векторная величина, характеризуется модулем, направлением и точкой приложения.

Масса – скалярная неотрицательная величина, являющаяся мерой инертных и гравитационных свойств тела.

Сила $\vec{F}$, заменяющая собой действие нескольких сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, называется равнодействующей этих сил. Она равна геометрической сумме заменяемых ею сил:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n.$$

Третий закон Ньютона. При взаимодействии любых двух тел силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению.

При решении задач школьного курса физики особое значение имеют следующие силы:

1) **сила тяжести**, которую можно рассматривать как силу гравитационного взаимодействия между Землей и небольшим телом, находящимся в поле тяготения

3. Обсуждаем понятия гипотезы, закона, теории.

4. Обсуждаем тему с точки зрения истории физики, делая акцент на том, что система законов Ньютона появилась в результате обобщения многолетних исследований различных ученых.

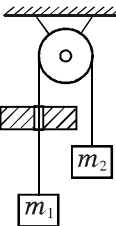
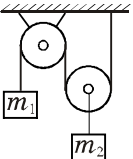
5. Обращаем внимание учащихся на тот факт, что появление законов Ньютона было первым в европейской науке опытом создания системы научных взглядов, исходящей из существования причинно-следственных связей между явлениями.

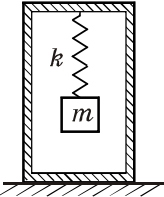
Земли; ее можно считать равной $\vec{F}_{\text{тяж}} = m\vec{g},$ где $\vec{g}$ – ускорение свободного падения; 2) сила упругости, возникающая при деформации тел; при упругих деформациях продольного растяжения (сжатия) сила упругости описывается <i>законом Гука</i>: модуль силы упругости пропорционален абсолютной деформации тела $\Delta\ell$, а ее направление противоположно направлению смещения частиц тела: $ \vec{F}_{\text{упр}} = k \Delta\ell ;$ здесь k – жесткость тела; силы натяжения нити и нормальной реакции опоры также представляют собой силы упругости. Их отличительной особенностью является то, что деформации в этих случаях считаются очень малыми и могут не учитываться при описании движения тел; жесткости, соответственно, – очень большими; 3) сила трения возникает при попытке сдвинуть друг относительно друга контактирующие между собой тела. Если тела приходят в относительное движение, то сила называется силой трения скольжения. Если остаются в покое, то силой трения покоя. Сила трения скольжения определяется эмпирическим законом Кулона-Амонтона: $F_{\tau} = \mu N,$ где μ – коэффициент трения, зависящий от материала трущихся поверхностей и их шероховатости, N – сила нормального давления, N – составляющая контактной силы, направленная по общей нормали к поверхностям контактирующих тел. Касательная составляющая контактной силы – сила трения F_{τ}. Сила трения скольжения направлена таким образом, чтобы препятствовать относительному движению трущихся поверхностей, т.е. против вектора их относительной скорости. Сила трения покоя определяется из условий отсутствия относительного движения трущихся тел, для покоящихся тел – это условие равновесия. С ростом нагрузки возрастает и сила трения покоя, в первом приближении максимальное значение силы	
--	--

трения покоя (перед началом скольжения) принимается равным силе трения скольжения: $F_{\text{т покоя}_{\text{max}}} = F_{\text{т скольжения}} = \mu N .$ При движении тела в вязкой жидкости (газе) возникают силы вязкого трения (силы сопротивления среды), препятствующие движению тела. Сила вязкого трения зависит от скорости тела $\vec{v}$ и площади его лобового сечения S. В зависимости от условий задачи, силу вязкого трения можно представить в виде $\vec{F}_{\text{тр}} = -b\vec{v}$ $\vec{F}_{\text{тр}} = -(\beta v)\vec{v} ,$ где коэффициенты b и β – пропорциональны S и зависят от свойств среды. При использовании для решения задачи неинерциальной системы отсчета, движущейся относительно инерциальной прямолинейно с ускорением $\vec{a}$, нужно дополнительно приложить к рассматриваемому телу силу инерции $\vec{F}_e$, равную произведению массы тела m на ускорение системы отсчета $\vec{a}$, взятое со знаком минус: $\vec{F}_e = -m\vec{a} .$	
Раздаточный материал: пример 2 Закон всемирного тяготения. Вес тела. Невесомость. Согласно закону всемирного тяготения две материальные точки притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} ,$ где $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ – гравитационная постоянная. Вес тела – сила, с которой тело действует на гладкую горизонтальную опору или подвес вследствие своего притяжения к Земле. Невесомость – состояние, при котором вес тела и всех составляющих его частей равен нулю.	1. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 3. Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа

Если единственной силой, действующей на тело, является сила тяготения, то тело находится в состоянии невесомости. Вблизи поверхности Земли можно считать, что сила тяжести mg равна силе гравитационного взаимодействия между телом и Землей. Первая космическая скорость – скорость искусственного спутника, который движется по круговой орбите с радиусом, незначительно отличающимся от радиуса планеты, под действием только силы гравитационного притяжения к планете. При решении задач необходимо помнить, что объем шара $V_{\text{шара}} = \frac{4}{3}\pi R^3.$ Во всех задачах этого раздела ускорение свободного падения на поверхности Земли считать известным и равным $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.	
Задачи повышенной сложности	
За какое минимальное время t спортсмен может пробежать путь $S = 200 \text{ м}$, начиная движение с нулевой скоростью и ускоряясь только на первом участке пути длиной $S_1 = 20 \text{ м}$, если коэффициент трения между обувью и беговой дорожкой $\mu = 0,25$? $g = 10 \text{ м/с}^2$? Ответ: $t = \sqrt{\frac{2S_1}{\mu g}} + \frac{S}{\sqrt{2\mu g S_1}} = 12 \text{ с}$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования терминов и определений. Обращаем внимание школьников на необходимость сначала построить качественную модель явления, и только вслед за качественным анализом строить математическую модель процесса.
Деревянный шар падает с большой высоты с установившейся скоростью v_0. Определите установившуюся скорость v падения железного шара такого же размера. Силу сопротивления принять пропорциональной квадрату скорости движения. Плотность железа в N раз больше плотности дерева. Как изменится ответ, если сила сопротивления будет пропорциональна первой степени скорости? Ответ: $v = v_0 \cdot \sqrt{N}$; во втором случае скорость $v = Nv_0$	
По горизонтальной поверхности может скользить тело массой $m = 1 \text{ кг}$ под действием силы $\vec{F}$, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рис. а). Коэффициент трения	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования

между телом и поверхностью $\mu = 0,1$. Определите силу трения $F_{\text{тр}}$ и ускорение a тела при $F = 1$ Н и $F = 2$ Н. Ответ: $F_{\text{тр}1} = F \cos \alpha = 0,866$ Н, $a_1 = 0$; $F_{\text{тр}2} = \mu mg - F \sin \alpha = 0,88$ Н, $a_2 = \frac{F}{m} \cos \alpha + \mu \sin \alpha - \mu g = 0,85$ м/с²	терминов и определений. Задача показывает, каким именно образом может быть осуществлена проверка гипотезы.
Тело массой $m = 2$ кг находится на наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Определите величину силы трения, действующей на тело, если коэффициент трения μ между телом и плоскостью $\mu = 0,8$. Ответ: $F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha = 9,8$ Н	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования терминов и определений. Задача показывает, каким именно образом могут быть осуществлены выдвижение и проверка гипотезы.
Тело массой $m = 2$ кг находится на наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Определите величину силы трения, действующей на тело, если коэффициент трения μ между телом и плоскостью $\mu = 0,5$. Ответ: $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha = 8,7$ Н	
Два бруска с одинаковой массой $m = 0,2$ кг лежат на плоскости с углом наклона $\alpha = 45^\circ$ к горизонту (см. рис.). Коэффициент трения верхнего бруска о плоскость $\mu_1 = 0,01$, нижнего $\mu_2 = 1$. Определите силу N взаимодействия брусков при их совместном соскальзывании с наклонной плоскости. Ответ: $N = \frac{\mu_2 - \mu_1}{2} mg \cos \alpha = 0,69$ Н]	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемой системы.
Через неподвижный блок переброшена невесомая нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены два груза. В начальный момент времени неподвижные грузы находятся на одной высоте. За время $t = 0,9$ с расстояние между грузами стало равным $h = 1,2$ м. Известно, что масса одного из грузов $m_1 = 1$ кг. Какова масса второго груза, если известно, что он тяжелее первого? Ответ: $m_2 = m_1 \frac{gt^2 + h}{gt^2 - h} = 1,36$ кг]	При решении задачи можно продемонстрировать возможность применения разных подходов к ее решению. Для школьников, владеющих методами математического анализа: можно показать, что ускорение системы может быть получено с использованием закона сохранения энергии в сочетании с кинематическими условиями связи, а не с помощью законов Ньютона (Указание: записать закон сохранения энергии

	системы в виде $\frac{1}{2} m_1 + m_2 \dot{x}^2 + m_1 gx - m_2 gx = E = const ,$ продифференцировать левую и правую части получившегося уравнения по времени, и учесть, что x - перемещение грузов, а $\dot{x} = \frac{dx}{dt} = v_x$). Рассматривается методика построения динамической и кинематической модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи (кинематическую и динамическую).
Невесомая нерастяжимая нить, перекинута через блок с неподвижной осью, пропущена через щель. При движении нити на нее со стороны щели действует постоянная сила трения f. К концам нити подвешены грузы массой m_1 и m_2 (см. рис.). Определите ускорение грузов.  Ответ: $a = \frac{(m_1 - m_2)g - f}{m_1 + m_2}$ при $m_1 \geq m_2 + \frac{f}{g}$; $a = \frac{(m_2 - m_1)g - f}{m_1 + m_2}$ при $m_1 \leq m_2 - \frac{f}{g}$; $a = 0$ при $m_2 - \frac{f}{g} \leq m_1 \leq m_2 + \frac{f}{g}$ (т.е. при условии $m_1 - m_2 \leq \frac{f}{g}$)	Практико-ориентированная задача инженерной направленности, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи (кинематическую и динамическую). Задача может быть разбита на две независимых задачи ($m_1 > m_2, m_1 < m_2$) и использована для работы в командах, в том числе – в рамках учебно-соревновательной деятельности.
Определите ускорения a_1 и a_2 грузов массой m_1 и m_2, связанных невесомой и нерастяжимой нитью (см. рис.). Массой блоков и трением пренебречь, $m_1 > m_2$.  Ответ:	Практико-ориентированная задача инженерной направленности, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

$a_2 = \frac{m_1 - m_2}{m_2 + 4m_1} g, \quad a_1 = 2a_2$	
Определите модуль ускорения a грузов, силу натяжения T нити, силу давления N груза M на наклонную плоскость (см. рис.). Масса грузов M и m, угол при основании наклонной плоскости α, нити невесомы и нерастяжимы, блок невесом. Трения нет. Ответ: $a = \frac{m - M \sin \alpha}{m + M} g$; $T = \frac{mM(1 + \sin \alpha)}{m + M} g$; $N = Mg \cos \alpha$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»
Коробка массой M стоит на горизонтальном столе. В коробке на пружине жесткостью k подвешен груз (см. рис.). При какой амплитуде A_0 колебаний груза m коробка начнет подпрыгивать на столе? Какова максимальная $N_{\max}$ и минимальная $N_{\min}$ силы давления коробки на стол, если она совершает колебания с некоторой амплитудой $A < A_0$?  Ответ: $A_0 = M + m \frac{g}{k}$; $N_{\max} = M + m g + kA$; $N_{\min} = M + m g - kA$.	Практико-ориентированная задача инженерной направленности, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика».
Автомобиль движется по участку дороги, имеющему форму дуги окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. С какой максимальной скоростью $v_{\max}$ автомобиль может пройти этот участок дороги, если радиус закругления $R = 50$ м, а коэффициент трения между дорогой и колесами автомобиля $\mu = 0,8$? Ответ: $v_{\max} = \sqrt{\mu g R} = 20$ м/с = 72 км/ч.	Контекстная задача с реальными данными. Рассматривается методика построения динамической и кинематической модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи (кинематическую и динамическую). Задача допускает обсуждение связанных с

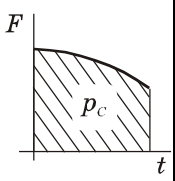
	ситуацией вопросов (Пример: почему дорожное полотно на поворотах делают наклонным??)
Автомобиль въезжает на выпуклый мост, имеющий форму дуги окружности радиуса $R = 100$ м. Известно, что автомобиль становится неуправляемым, если сила его давления на мост становится меньше, чем $\frac{1}{10}mg$. С какой максимальной скоростью v автомобиль может пройти верхнюю точку моста? Ответ: $v = \sqrt{\frac{9}{10}gR} = 29,6 \text{ м/с} = 107 \text{ км/ч}$.	Практико-ориентированная контекстная задача с реальными данными. Рассматривается методика построения динамической и кинематической модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи (кинематическую и динамическую). Задача допускает обсуждение вопросов, связанных с безопасностью жизнедеятельности человека в окружении машин и механизмов.
Тело массой m, подвешенное на нити длиной l, вращается в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через точку подвеса (конический маятник). Угловая скорость вращения равна ω. Определите угол α, который образует нить с осью вращения и силу натяжения нити F. Ответ: $\alpha = \arccos \frac{g}{\omega^2 l}$, $F = m\omega^2 l$ при $g < \omega^2 l$; $\alpha = 0$, $F = mg$ при $g \geq \omega^2 l$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика».
Во сколько раз увеличится максимально допустимая скорость движения велосипедиста по наклонному треку с углом наклона α по сравнению с максимальной скоростью движения по горизонтальному треку при одинаковых радиусах кривизны траектории и коэффициентах трения μ? Ответ: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu + \operatorname{tg} \alpha}{\mu(1 - \mu \operatorname{tg} \alpha)}}$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности.
Жесткое тонкое кольцо массой m и радиусом R вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Определите силу упругости τ, возникающую в кольце вследствие его вращения. Ответ: $\tau = \frac{m\omega^2 R}{2\pi}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»
Определите радиус круговой орбиты геостационарного искусственного спутника Земли r, который «висел» бы над одной и той	Контекстная задача с реальными данными.

же точкой поверхности Земли (период обращения равен периоду обращения Земли вокруг своей оси). Продолжительность суток $T = 86400$ с. Радиус Земли $R_3 = 6400$ км. Как расположена плоскость орбиты такого спутника? Для решения каких инженерных задач может быть использован такой спутник? Ответ: Плоскость орбиты совпадает с плоскостью экватора, $r = \sqrt[3]{g T^2 R_3^2 / 4\pi^2} \approx 42626 \text{ км.}$ Геостационарные спутники очень полезны для решения задач навигации, потому что они неподвижны относительно земной поверхности.	
При выводе закона всемирного тяготения Исаак Ньютон воспользовался результатами, которые получили великие астрономы, работавшие в конце XVI – начале XVII веков – Тихо Браге и Иоганн Кеплер, изучавшие кинематические законы движения планет. Один из этих результатов, полученный в 1618 году и известный как третий закон Кеплера звучит так: «Отношение куба среднего удаления планеты от Солнца к квадрату периода обращения её вокруг Солнца есть величина постоянная для всех планет: $\frac{R^3}{T^2} = const$». Предположим, что планета движется вокруг Солнца по круговой орбите. Предположим также, что сила тяготения между Солнцем и планетой пропорциональна массам этих тел и обратно пропорциональна некоторой степени расстояния: $F = G \frac{mM}{r^n}$, где m – масса планеты, M – масса Солнца, G – неизвестная постоянная. Какое значение степени n будет обеспечивать выполнение третьего закона Кеплера? Солнце считать неподвижным.	Практико-ориентированная контекстная задача. 1. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 3. Обсуждаем понятия гипотезы, закона, теории. 4. Обсуждаем тему с точки зрения истории физики, делая акцент на том, что система законов Ньютона появилась в результате обобщения многолетних исследований различных ученых. 5. Обращаем внимание учащихся на тот факт, что появление законов Ньютона было первым в европейской науке опытом создания системы научных взглядов, исходящей из существования причинно-следственных связей между явлениями.
Ситуационные и контекстные задания	
Давление пороховых газов в канале ствола пушки достигает 35 МПа. За счет этого снаряд получает начальную скорость около 10 км/с, превышающую первую космическую скорость для Земли. Тем не	Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение

менее, пушка непригодна для запуска космических кораблей, а с помощью реактивного двигателя корабль удастся вывести на орбиту, притом, что давление газов реактивного двигателя ниже. Почему? Ответ: Ракета при запуске получает БОЛЬШОЙ импульс за счет продолжительности действия двигателя. Артиллерийский же снаряд, получив начальную скорость, после выхода из ствола орудия теряет ее из-за силы сопротивления воздуха.	применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции. Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля, так и входить в состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания межпредметного содержания, способствующие формированию познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.
Почему парашют бесполезен при прыжке с малой высоты? Ответ: раскрытие парашюта и торможение до достижения скорости установившегося движения требуют времени, за которое парашютист проходит достаточно большое расстояние.	Рассматривается методика построения динамической и кинематической модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи (кинематическую и динамическую).
Лошадь тянет груженую телегу. По третьему закону Ньютона, сила, с которой лошадь тянет телегу, равна по модулю силе, с которой телега действует на лошадь. Равнодействующая этих сил равна нулю. Почему все же телега движется за лошадью? Ответ: система «лошадь + телега» не является замкнутой. Она движется вперед благодаря действию сил трения. Пуля пробивает подряд две одинаковые коробки, в одной из которых находится вода, а в другой – мёд. В каком случае она пройдет большее расстояние: если первой стоит коробка с водой, или если первой стоит коробка с медом? Считайте, что сила сопротивления среды пропорциональна скорости. Ответ: полное изменение импульса пули не зависит от порядка расположения коробок. В обоих случаях пуля выйдет из второй коробки с одной и той же скоростью. Решение. В проекции на направление движения (ось Ox) в любой из сред $ma_x = -\alpha v_x$, где $F_x = -\alpha v_x$ - сила сопротивления среды, α - коэффициент пропорциональности. Рассмотрев малый промежуток времени Δt, второй закон Ньютона можно записать в виде	

$m \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = -\alpha \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (или $m \frac{dv_x}{dt} = -\alpha \frac{dx}{dt}$). Тогда изменение импульса пули в первой среде $\Delta p_{x1} = m\Delta v_x = -\alpha_1 \Delta x = -\alpha_1 l$, во второй $\Delta p_{x2} = m\Delta v_x = -\alpha_2 \Delta x = -\alpha_2 l$. Здесь l - длина коробки. После прохождения двух коробок $\Delta v_x = -(\alpha_1 + \alpha_2) l / m$.	
Визуальные наблюдения, проведенные за спутниками и ракетносителями показали, что последние, несмотря на свою необтекаемую форму обращаются вокруг Земли с большей скоростью, чем спутники. Почему? Ответ: Ракетноситель обычно находится ниже спутника и поэтому имеет меньший период обращения.	Рассматривается методика построения динамической и кинематической модели заданной системы.

Тема: Основы механики. Законы сохранения в механике.

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской компетенции?
Раздаточный материал: пример 1 Определение импульса. Изменение импульса и средняя сила. Импульс материальной точки $\vec{p}$ – векторная величина, равная произведению массы точки m на ее скорость $\vec{v}$: $\vec{p} = m\vec{v}.$ Импульс силы $\vec{p}_c$ – векторная величина, равная произведению силы $\vec{F}$ на время ее действия Δt: $\vec{p}_c = \vec{F}\Delta t.$ Если модуль силы изменяется с течением времени, а направление силы неизменно, то модуль импульса силы p_c можно найти, используя следующее свойство: площадь под графиком зависимости силы от времени $F = F(t)$ равна модулю импульса силы (см. рис.).  Второй закон Ньютона может быть записан в виде	1. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 3. При изучении раздела полезно акцентировать внимание на математическом аппарате, что позволяет формировать интегрированные междисциплинарные компетенции.

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}_{\text{ср}},$$

где $\Delta \vec{p}$ – изменение импульса тела за время Δt , $\vec{F}_{\text{ср}}$ – среднее значение равнодействующей приложенных к телу сил, откуда

$$\Delta \vec{p} = \vec{F}_{\text{ср}} \Delta t.$$

Если действующая на тело сила изменяется с течением времени, то можно перейти к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}.$$

Изменение импульса тела равно импульсу равнодействующей приложенных к нему сил:

$$\vec{p}_{\text{кон}} - \vec{p}_{\text{нач}} = \vec{p}_c,$$

где $\vec{p}_{\text{кон}}$ и $\vec{p}_{\text{нач}}$ – соответственно, начальный и конечный импульсы тела.

Импульсом системы материальных точек по определению называют геометрическую сумму импульсов входящих в нее тел:

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^N \vec{p}_i = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i.$$

Скорость изменения импульса механической системы равна геометрической сумме внешних сил, приложенных к входящим в нее телам:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_{i\text{ср}}^{\text{внеш}};$$

при переходе к пределу $\Delta t \rightarrow 0$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{\text{внеш}}.$$

Отсюда следует **закон сохранения импульса**:

В замкнутой системе тел геометрическая сумма импульсов тел остается неизменной при любых взаимодействиях тел между собой, т.е.

$$\vec{p} = \sum m_i \vec{v}_i = M \vec{v}_c = \text{const}.$$

Кроме того, импульс механической системы остается постоянным и в случае, когда система не является замкнутой, но

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{\text{внеш}} = 0.$$

Центр масс системы материальных точек – это точка, радиус-вектор которой по определению равен

$\vec{r}_c = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i}{M},$ где m_i и $\vec{r}_i$ – масса и радиус-вектор i-го тела; $\sum_{i=1}^N m_i$ – масса всей системы. Скорость $\vec{v}_c$ и ускорение $\vec{a}_c$ центра масс системы связаны со скоростями $\vec{v}_i$ и ускорениями $\vec{a}_i$ материальных точек формулами: $\vec{v}_c = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{M}; \quad \vec{a}_c = \frac{\sum m_i \vec{a}_i}{M}.$ Импульс механической системы $\vec{p} = M \vec{v}_c$. Из закона изменения импульса следует, что при выполнении условия $M = \text{const}$ $\vec{a}_c = \frac{\sum \vec{F}_i^{\text{внеш}}}{M}.$ Из закона сохранения импульса вытекают два следствия, характеризующие движение центра масс: 1) центр масс изолированной системы покоится или движется равномерно и прямолинейно; 2) внутренние силы не могут изменить положения центра масс.	
Раздаточный материал: пример 2 Работа, мощность, энергия Работа, совершаемая постоянной силой $A = FS \cos \alpha = \vec{F} \vec{S},$ где α – угол между направлениями силы и перемещения. Работа, совершаемая переменной силой на перемещении S $A = \int_S \vec{F} d\vec{S} = \int_S F_s dS = \int_S F \cos \alpha dS, \quad A = \text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м},$ где F_s – проекция силы на направление перемещения. Средняя мощность P численно равна работе, совершаемой в единицу времени: $P_{\text{cp}} = \frac{\Delta A}{\Delta t};$ мгновенная мощность $P(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \vec{v} = Fv \cos \alpha;$	1. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 2. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 3. Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа

$\bar{v}$ – скорость, с которой перемещается точка приложения силы.

Кинетическая энергия материальной точки

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Связь изменения кинетической энергии с работой приложенной силы

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью Земли на высоту h ($h \ll R_3$, где R_3 – радиус Земли)

$$\Pi = mgh.$$

Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух материальных точек массами m_1 и m_2 , находящихся на расстоянии r друг от друга

$$\Pi = -Gm_1m_2/r.$$

Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух шаров массами m_1 и m_2

$$\Pi = -Gm_1m_2/R,$$

где R – расстояние между центрами шаров.

Работа сил тяготения в поле тяготения Земли

$$A = GmM \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right),$$

где m – масса тела; M – масса Земли; r_1 и r_2 – расстояния от центра Земли до начальной и конечной точек перемещения тела.

Потенциальная энергия упруго деформированной пружины (стержня)

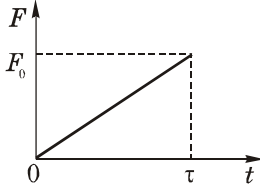
$$\bar{\Pi} = \frac{1}{2}kx^2,$$

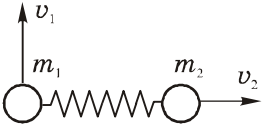
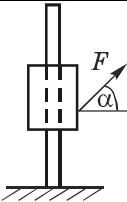
где k – жесткость пружины (стержня), x – абсолютная деформация продольного растяжения (сжатия).

Потенциальная энергия упруго деформированного стержня может быть записана в виде

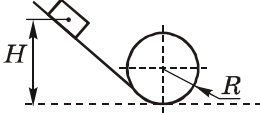
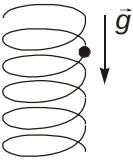
$$\bar{\Pi} = \frac{1}{2} \frac{S}{l_0} (l - l_0)^2 = \frac{1}{2} \frac{ES}{l_0} (\Delta l)^2,$$

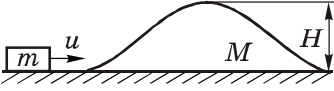
где E – модуль Юнга, S – площадь поперечного сечения стержня, l_0 – длина недеформированного стержня, l – длина деформированного стержня, $\Delta l = l - l_0$ –

абсолютная деформация продольного растяжения (сжатия). Силы, работа A которых зависит только от начального и конечного положений точки их приложения и связана с изменением потенциальной энергии Π соотношением $A = -\Delta\Pi,$ называют консервативными, все прочие – диссипативными. Закон сохранения механической энергии. Если на входящие в систему тела действуют только консервативные силы, то ее полная механическая энергия, равная сумме кинетических и потенциальных энергий всех входящих в нее тел, с течением времени не изменяется: $E = T + \Pi = \text{const}.$ Если на входящие в систему тела действуют как консервативные, так и диссипативные силы, то изменение полной механической энергии системы ΔE равно суммарной работе всех диссипативных сил: $\Delta E = A_{\text{дисс}}.$	
Задачи повышенной сложности	
К телу массой m, движущемуся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности, приложена по направлению его движения сила, изменяющаяся по линейному закону (см. рис.). Определите конечную скорость тела v_k через время τ, если начальная скорость v_0. Значения параметров F_0 и τ на рисунке считать известными.  Ответ: $v_k = v_0 + \frac{F_0 \tau}{2m}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»
Один конец каната удерживают на высоте h от земли, второй его конец касается земли. В момент времени $t = 0$ канат отпускают и он начинает свободно падать на землю. Определите аналитическую зависимость силы N, с которой канат будет давить на землю, от времени. Масса единицы	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.

длины каната равна ρ. Ответ: $N = \frac{3}{2}\rho g^2 t^2$ при $t \leq \sqrt{2h/g}$; $N = \rho gh$ при $t \geq \sqrt{2h/g}$	
Механическая система состоит из двух шариков, соединенных между собой невесомой пружиной (см. рис.). Массы шариков $m_1 = 2m$ и $m_2 = 3m$. В начальный момент пружина не деформирована, шарики удерживаются в одной горизонтальной плоскости на некотором расстоянии от земли, и им сообщают начальные скорости: шарiku массой m_1, – скорость $v_1 = v$ в вертикальном направлении, а шарiku массой m_2 – скорость $v_2 = 2v$ в горизонтальном направлении. Скорости шариков находятся в одной плоскости. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите величину импульса этой системы в момент времени, когда ее центр масс достигнет половины максимальной высоты относительно первоначального уровня.  Ответ: $p = mv\sqrt{38}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
На вертикальную стойку надета небольшая цилиндрическая втулка массой m, к которой приложена сила, составляющая с горизонтом угол $\alpha > 0$ (см. рис.). Какую минимальную работу A нужно совершить, чтобы с помощью этой силы поднять втулку на высоту h? Коэффициент трения между стойкой и втулкой μ.  Ответ: $A = \frac{mgh \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Теплоход тянет буксирную баржу со скоростью 9 км/ч, при этом натяжение буксирного каната составляет 120 кН, а мощность двигателя 400 кВт. Какой будет скорость v буксира, если он будет плыть без баржи при той же мощности двигателя? Сила сопротивления воды прямо пропорциональна скорости движения. Ответ: $v = 5$ м/с	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Санки, движущиеся по горизонтальному	Практико-ориентированная задача,

льду со скоростью $v = 6$ м/с, выезжают на асфальт. Длина полозьев санок $L = 2$ м, коэффициент трения санок об асфальт $k = 1$. Какой путь S пройдут санки по асфальту до полной остановки? Ответ: $S = \frac{1}{2} \left(L + \frac{v^2}{kg} \right) = 2,8$ м	являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Имеется подвеска, состоящая из стержней, соединенных шарнирно (см. рис.). Стержни AD, BC, DE и CH – сплошные. Определите силу T натяжения нити OM, если масса всей системы равна m. Ответ: $T = \frac{3}{2}mg$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Автомобиль с колесами радиуса R движется без проскальзывания по горизонтальной дороге со скоростью v. На какую максимальную высоту $h_{\max}$ над поверхностью земли поднимаются капли грязи, отрывающиеся от колеса? Ответ: $h_{\max} = 2R$ при $\frac{gR}{v^2} \geq 1$; $h_{\max} = R + \frac{gR^2}{2v^2} + \frac{v^2}{2g}$ при $\frac{gR}{v^2} \leq 1$	Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Гладкий легкий горизонтальный стержень AB может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец A (см. рис.). На стержне находится небольшое тело массой m, соединенное невесомой пружиной длиной l с концом A. Коэффициент жесткости пружины равен k. Какую работу A надо совершить, чтобы эту систему медленно раскрутить до угловой скорости ω? Ответ: $A = \frac{m\omega^2 l^2}{2} \frac{1 + m\omega^2/k}{(1 - m\omega^2/k)^2}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы.
Два груза массой m_1 и m_2, соединенные между собой пружиной, лежат на шероховатой поверхности. В начальный момент пружина недеформирована (см. рис.). Груз m_2 упирается в жесткую вертикальную стенку.	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.

Какую минимальную силу F нужно приложить к первому грузу, чтобы после снятия нагрузки второй груз оторвался от стенки? Коэффициент трения между поверхностью и грузами μ. Ответ: $F_0 = \mu g \left(2m_1 + \frac{m_2}{2} \right)$, отрыв произойдет при $F > F_0$]	задачи на подзадачи.
Небольшое тело соскальзывает вниз по желобу, переходящему в вертикальную петлю радиусом R (см. рис.). При какой минимальной высоте H оно сможет преодолеть верхнюю точку петли? На какой высоте h тело оторвется от желоба, если начальная высота $H_0 = 2R$? Трением пренебречь. Ответ: $H = \frac{5}{2}R$; $h = \frac{5}{3}R$ 	Ситуационная задача
По спирали, изготовленной из тонкой жесткой проволоки, свернутой в винтовую линию, скользит без трения под действием силы тяжести надета на нее маленькая бусинка (см. рис.). Определите полное ускорение a бусинки после того, как она сделает n полных оборотов по спирали. Начальная скорость бусинки равна нулю. Угол наклона спирали по отношению к горизонту α. Ответ: $a = g \sin \alpha \sqrt{16\pi^2 n^2 \cos^2 \alpha + 1}$ 	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы.
Минимальная энергия электрона, необходимая для ионизации атома водорода, равна W_0. Определите минимальные начальные скорости ионов водорода v_{0H} и гелия v_{0He}, необходимые для ионизации атома водорода. Ионизация происходит в результате полностью неупругого удара: потерянная механическая энергия переходит в энергию ионизации. По сравнению с массой ионов водорода и гелия массой электрона можно пренебречь. Ответ: $v_{0H} = 2\sqrt{W_0/m_H}$; $v_{0He} = \sqrt{10W_0/m_{He}}$	Практико-ориентированная задача являющаяся элементом заданий по дисциплине «Физика плазмы». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Осваивается построение и проверка гипотез.
На гладком горизонтальном столе	Практико-ориентированная задача,

расположены вдоль одной прямой шарики, массы которых составляют m, M и $2M$. Шарик массой m налетает на шарик массой M и происходит абсолютно упругий центральный удар. Каким должно быть отношение масс шаров m/M, чтобы в системе произошло в общей сложности два столкновения? Ответ: $m/M < 3/5$	являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Осваивается построение и проверка гипотез.
Из одной точки вертикально вверх бросают три одинаковых шарика с начальной скоростью v_0. Сначала бросают первый шарик; в тот момент, когда он находится в точке наивысшего подъема, бросают второй; в тот момент, когда 1 и 2 шарики сталкиваются, бросают вертикально вверх третий шарик. Определите промежуток времени между падением на землю первого и третьего шариков. Ответ: $\Delta t = 3v_0/2g$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Осваивается построение и проверка гипотез.
Тяжелый шар массой m и радиусом R падает под действием силы тяжести в облаке пыли, плотность которой ρ. Определите установившуюся скорость v падения шара, считая удары пылинок о шар абсолютно упругими. Ответ: $v = \frac{1}{R} \sqrt{Mg/\pi\rho}$	Ситуационные задачи. Рассматривается методика построения модели заданной системы. Осваивается построение и проверка гипотез.
Из духового ружья стреляют в спичечный коробок, лежащий на расстоянии $l = 30$ см от края стола. Пуля массой $m = 1$ г, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает коробок и вылетает из него со скоростью $v_0/2$. Масса коробка $M = 50$ г. При каких значениях коэффициента трения μ между коробком и столом коробок упадет со стола? Ответ: $\mu \leq \frac{m^2}{M^2} \frac{v_0^2}{8gl} \approx 0,38$	
На пути тела, скользящего по гладкому горизонтальному столу, находится незакрепленная горка высотой H (см. рис.). При какой скорости u тело сможет 	

преодолеть горку? Тело движется, не отрываясь от горки. Трения нет. Масса горки равна M, масса тела m. Ответ: $u > \sqrt{2gH \left(1 + \frac{m}{M}\right)}$	
По незакрепленной горке с углом наклона плоскости 45° может скользить клин небольшого размера. В начальный момент клин покоится на вершине горки. Определите скорость горки v после того, как центр тяжести клина опустится вниз на высоту h. Трением пренебречь. Отношение массы горки M к массе клина m равно k. Ответ: $v = \sqrt{\frac{2gh}{(k+1)(2k+1)}}$	
Уклон участка шоссе равен 1 м на каждые 20 м пути. Спускаясь под уклон при выключенном двигателе, автомобиль движется равномерно со скоростью 60 км/ч. Какую полезную мощность P (в кВт) должен развивать двигатель этого автомобиля, чтобы он поднимался по тому же уклону с той же скоростью? Масса автомобиля 1500 кг. $g = 10 \text{ м/с}^2$. Ответ: $P = 25 \text{ кВт}$	
Ситуационные и контекстные задания	
Правильно ли утверждение, что камень, брошенный с некоторой начальной скоростью с некоторой высоты в море, войдет в воду с одной и той же скоростью, которая будет одна и та же как в случае, когда его бросают вертикально вверх, так и в случае, когда его бросают вертикально вниз? Ответ: нет, так как потери полной механической энергии в этих случаях будут различными.	Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции. Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля, так и входить в состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой
Два наблюдателя находятся на разных платформах, которые движутся относительно друг друга со скоростью v. Они наблюдают за телом, которое мальчик тянет по шероховатой поверхности. Совпадут ли полученные этими наблюдателями значения а) кинетической энергии тела; б) полной работы, совершаемой над телом; в) механической энергии, перешедшей в тепловую из-за наличия трения? Не противоречит ли ответ	

на вопрос в) ответам на вопросы а) и б)? Ответ: а) не совпадут; б) не совпадут; в) совпадут.	для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания межпредметного содержания, способствующие формированию познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.
Ракета, движущаяся в воздухе по параболической траектории, внезапно взрывается, образовав множество осколков. Что можно сказать о движении этой системы осколков? Ответ: если пренебречь сопротивлением воздуха, то центр масс этой системы продолжает движение по прежней параболической траектории ракеты.	

Тема: Равновесие твердого тела. Гидростатика.

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской компетенции?
Раздаточный материал: пример 1 Статика. Условия равновесия твердого тела. Момент силы относительно неподвижной точки $\vec{M} = [\vec{r}\vec{F}],$ где $\vec{r}$ – радиус-вектор, проведенный из неподвижной точки O в точку приложения силы $\vec{F}$. Модуль момента силы $M = rF \sin \alpha = Fl, \quad [M] = \text{Н} \cdot \text{м},$ где $l = r \sin \alpha$ – плечо силы (кратчайшее расстояние между линией действия силы и осью вращения). Для равновесия твердого тела, которое может совершать вращательное движение около закрепленной оси, необходимо, чтобы выполнялось условие $\sum_{i=0}^n M_i = 0$. В зависимости от того, по часовой стрелке или против нее силы вращают твердое тело, моментам сил приписывают знаки соответственно минус или плюс. Для равновесия твердого тела в инерциальной системе отсчета, кроме	4. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 5. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 6. При изучении раздела полезно акцентировать внимание на математическом аппарате (векторное произведение), что позволяет формировать интегрированные межпредметные компетенции.

вышеприведенного условия, необходимо, чтобы равнодействующая всех приложенных к нему сил была равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0.$$

Этому уравнению эквивалентна система уравнений для проекций векторов сил на выбранные координатные оси:

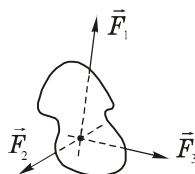
$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i_x = 0, \sum_{i=1}^n \vec{F}_i_y = 0, \sum_{i=1}^n \vec{F}_i_z = 0.$$

Условия равновесия тела под действием сходящейся системы сил.

Прямая, проходящая вдоль направления силы и через точку ее приложения, называется линией действия силы.

Если линии действия сил пересекаются в одной точке (см. рис.), то такую систему сил называют сходящейся.

Для равновесия тела, к которому приложена сходящаяся система сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots$, необходимо и достаточно, чтобы равнодействующая этих сил $\vec{F}$ равнялась нулю:



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0.$$

Условия равновесия тела под действием плоской системы сил.

Если силы, действующие на тело, лежат в одной плоскости, то такую систему сил называют плоской.

Для равновесия тела, находящегося под действием плоской системы сил, необходимо и достаточно, чтобы равнялись нулю равнодействующая сил и алгебраическая сумма моментов этих сил относительно любой точки.

Раздаточный материал: пример 2
Механика жидкости

Жидкости обладают упругостью объема, т.е. оказывают сопротивление сжатию, но не обладают упругостью формы – покоящаяся жидкость не оказывает сопротивление сдвигу. При течении жидкости в ней возникают сдвиговые силы, обусловленные вязкостью. Невязкую жидкость называют идеальной, а

Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное). Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий

если не учитывается сжимаемость жидкости – то несжимаемой. Давление p – скалярная величина, равная отношению модуля силы нормального давления F_N к площади S площадки, по которой распределена эта сила: $p = \frac{F_N}{S}.$ Давление столба жидкости плотностью ρ, обусловленное действием силы тяжести, зависит только от высоты столба h и одинаково по всем направлениям: $p = \rho gh.$ Если к поверхности покоящейся жидкости (или газа) приложить некоторое давление p_0, то давление во всех точках жидкости увеличится также на p_0. Это положение составляет содержание закона Паскаля. Согласно закону Архимеда, на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости в объеме, вытесненном телом: $\vec{F}_A = -m_{ж} \vec{g},$ где $m_{ж}$ – масса жидкости, вытесненной телом. Если жидкость однородна, то $\vec{F}_A = -\rho \vec{g} V,$ где ρ – плотность жидкости, V – объем жидкости, вытесненной телом. Архимедова сила – равнодействующая сил давления, распределенных по поверхности тела, погруженного в жидкость. Точку приложения равнодействующей сил давления называют центром давления. Точка приложения архимедовой силы – центр тяжести вытесненного объема жидкости. Для тела, плавающего в жидкости, архимедова сила уравнивает силу тяжести: $\vec{F}_A + m\vec{g} = 0.$	Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа
Раздаточный материал: пример 3 Гидродинамика Масса идеальной жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы в единицу времени $\Delta m / \Delta t$, связана со скоростью течения жидкости v, плотностью ρ и площадью поперечного сечения S формулой: $\Delta m / \Delta t = \rho v S.$	

При установившемся течении, отсутствии источников и стоков, эта величина во всех сечениях трубы одинакова. Поэтому справедливо соотношение

$$\rho v S = \text{const},$$

которое называется **уравнением неразрывности**.

Для несжимаемой жидкости $\rho = \text{const}$ и уравнение неразрывности может быть представлено в виде

$$v S = \text{const}.$$

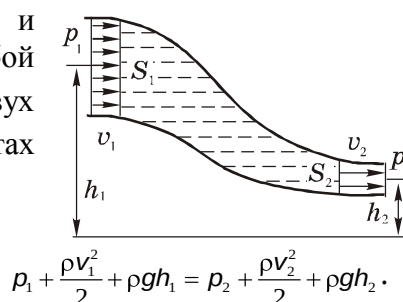
Произведение $v S$ равно объему жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы в единицу времени.

Если связать изменение кинетической энергии некоторой массы идеальной несжимаемой жидкости с работой сил тяжести и давления, то можно получить **уравнение Бернулли**

$$p + \frac{\rho v^2}{2} + \rho g h = \text{const}.$$

Уравнение неразрывности и позволяют связать между собой v_1, v_2 течения жидкости в двух находящихся на разных высотах

$$v_1 S_1 = v_2 S_2$$



уравнение Бернулли давления p_1, p_2 и скорости сечениях S_1 и S_2 , h_1 и h_2 (см. рис.):

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho g h_1 = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho g h_2.$$

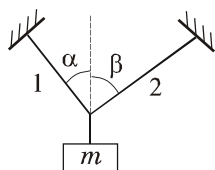
Из уравнений неразрывности и Бернулли следует, что в узких сечениях трубы скорости течения выше, а статические давления ниже, чем в широких.

Во избежание недоразумений отметим, что слова «давление жидкости», как и просто «давление», обозначают полное давление, включая внешнее. Для обозначения давления, которое было бы в данной точке жидкости в отсутствие внешнего давления, используются слова «давление столба жидкости».

Во всех задачах этого раздела плотность воды считать известной и равной 1000 кг/м^3 .

Задачи повышенной сложности

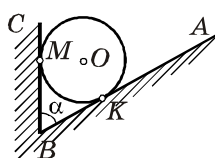
Груз массой m удерживается в вертикальном положении с помощью двух тросов, составляющих с вертикалью углы α и β (см. рис.). Определите силы T_1 и T_2 натяжения тросов.



Ответ: $T_1 = m g \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)};$

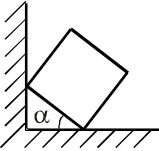
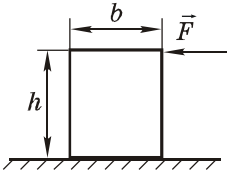
$$T_2 = m g \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

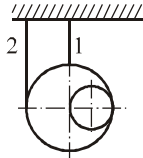
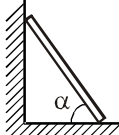
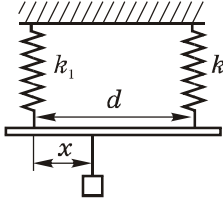
Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

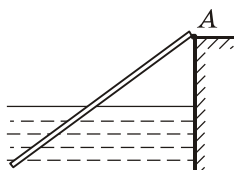


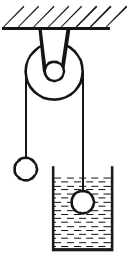
Шар лежит в щели ABC, образованной двумя плоскими гладкими стенками (см. рис.). Определите, с какими

Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения

силами N_1 и N_2 шар давит на стенки AB и BC, если угол между стенками α, а масса шара m. Ответ: $N_1 = \frac{mg}{\sin \alpha}$; $N_2 = mg \operatorname{ctg} \alpha$	модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Кубик стоит у стены так, что одна из его граней образует угол α с полом (см. рис.). При каком значении коэффициента μ трения кубика о пол это возможно, если трением о стену пренебречь?  Ответ: $\frac{1 - \operatorname{tg} \alpha}{2 \operatorname{tg} \alpha} \leq \mu \leq 1$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
Какую минимальную горизонтальную силу F нужно приложить к однородному прямоугольному параллелепипеду массой m с основанием в форме квадрата со стороной b и высотой h (см. рис.), чтобы его опрокинуть таким образом, чтобы он не начал проскальзывать? При каком коэффициенте трения μ между параллелепипедом и столом это возможно?  Ответ: $\mu \geq \frac{b}{2h}$ $F = \frac{b}{2h} mg$;	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
В сплошной однородной тонкой пластине, имеющей форму круга радиуса R и первоначальную массу m, вырезали отверстие вдвое меньшего радиуса, касающееся края пластины. Пластинку подвесили на двух невесомых нитях 1 и 2, как показано на рисунке. Определите силы натяжения T_1 и T_2 нитей.	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.

 Ответ: $T_1 = \frac{5}{8} M g$; $T_2 = \frac{1}{8} M g$]	
Верхний конец лестницы опирается на гладкую вертикальную стену, а нижний находится на шероховатом полу (см. рис.). Коэффициент трения между лестницей и полом $\mu = 0,5$. При каком значении угла наклона α_1 она начнет скользить? Как изменится этот угол, если стенка также шероховатая и $\mu = 0,5$?  Ответ: $\alpha_1 = \text{arctg} \frac{1}{2\mu} = 45^\circ$; $\alpha_2 = \text{arctg} \frac{1-\mu^2}{2\mu} = 36,9^\circ$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.
На двух вертикально расположенных пружинах, в недеформированном состоянии имеющих одинаковую длину, горизонтально подвешен невесомый стержень (см. рис.). Жесткости пружин $k_1 = 0,02$ Н/м и $k_2 = 0,03$ Н/м, расстояние между ними $d = 1$ м. На каком расстоянии x от первой пружины нужно подвесить груз, чтобы стержень остался в горизонтальном положении?  Ответ: $x = \frac{k_2}{k_1 + k_2} d = 0,6$ м	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Рассматривается декомпозиция сложной задачи на подзадачи.

Оцените массу m атмосферы Земли, принимая радиус Земли $R = 6400$ км, атмосферное давление $p = 10^5$ Па, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ: $m = \frac{4\pi R^2 \cdot p}{g} \approx 5,1 \cdot 10^{18}$ кг	Рассматривается методика построения модели заданной системы.
Аквариум, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, доверху заполнен водой. С какой силой F действует вода на стенку аквариума, если ее длина $l = 0,8$ м, а высота $h = 0,5$ м? Атмосферное давление не учитывать. $g = 10$ м/с². Ответ: $F = \frac{1}{2} \rho g l h^2 = 1000$ Н	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы.
Открытая с двух сторон длинная труба с гладкими внутренними стенками вертикально опущена в резервуар с холодной водой. Внутри трубы находится невесомый поршень площадью $S = 0,1$ м², плотно прилегающий к стенкам. Какую работу A нужно совершить, чтобы поднять поршень на высоту H? Рассмотреть два случая: а) $H = 5$ м; б) $H = 15$ м. Нормальное атмосферное давление $p_0 \approx 10^5$ Па. Ответ: а) $A = \rho g S \frac{H^2}{2} = 1,25 \cdot 10^4$ Дж; б) $A = p_0 S \left(H - \frac{p_0}{2\rho g} \right) = 1 \cdot 10^5 \text{ Дж}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерным дисциплинам «Теоретическая механика» и «Гидравлика». Рассматривается методика построения модели заданной системы.
Надувная лодка, на дно которой положили камень массой $m = 60$ кг, плавает в небольшом бассейне площадью $S = 20$ м². Как изменится уровень воды в бассейне, если камень выбросить за борт лодки на дно? Плотность камня $\rho_k = 3000$ кг/м³, плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³. Ответ: Уровень воды уменьшится на $h = \frac{m}{S} \left(\frac{1}{\rho_v} - \frac{1}{\rho_k} \right) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	Ситуационная задача
Правый конец доски, наполовину погруженной в воду, опирается о шероховатый уступ А (см. рис.). Масса доски m. Определите силу реакции R_A в месте 	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы.

опоры доски. Ответ: $R_A = \frac{1}{3}mg$	
Два одинаковых шарика связаны невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок, причем один из шариков погружен в сосуд с жидкостью (см. рис.). С какой установившейся скоростью u будут двигаться шарики, если известно, что установившаяся скорость падения одиночного шарика в той же жидкости равна u_0? Сила сопротивления пропорциональна скорости. Плотность жидкости ρ_0, плотность материала шариков ρ.  Ответ: $u = \frac{u_0 \rho_0}{\rho - \rho_0}$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Осваивается построение и проверка гипотез.
Бетонная однородная свая массой m лежит на дне водоема глубиной h, большей, чем длина сваи l. Привязав трос к одному концу сваи, ее медленно вытаскивают из воды так, что центр тяжести сваи поднимается на высоту H от поверхности воды ($H > l$). Какая работа A совершается при подъеме сваи? Плотность бетона в n раз больше плотности воды. Силами сопротивления пренебречь. Ответ: $A = mg \left[H + h \left(1 - \frac{1}{n} \right) \right]$	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика». Рассматривается методика построения модели заданной системы. Осваивается построение и проверка гипотез.
Широкую тонкую доску массой m привели в соприкосновение широкой стороной с поверхностью воды в водоеме. Доску	Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая

опускают без начальной скорости. Какое количество теплоты Q выделится к моменту времени, когда доска окажется в итоге в положении равновесия? Площадь широкой стороны доски S , плотность воды ρ .

Ответ: $Q = \frac{1}{2} \frac{m^2 g}{\rho S}$

механика».

Рассматривается методика построения модели заданной системы.

Осваивается построение и проверка гипотез.

Цилиндрический сосуд радиусом R , заполненный жидкостью, вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, совпадающей с осью цилиндра. Найдите разность уровней жидкости h между точками, лежащими на оси и на стенке цилиндра.

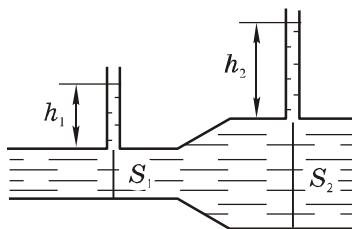
Ответ: $h = \frac{1}{2} \frac{\omega^2}{g} R^2$

Практико-ориентированные задачи, представляющие собой элементы заданий по дисциплинам «Теоретическая механика» и «Гидравлика».

Рассматривается методика построения модели заданной системы.

Осваивается построение и проверка гипотез.

Две манометрические трубки установлены на горизонтальной трубе переменного сечения в местах, где сечения трубы равны S_1 и S_2 (см. рис.). По трубе течет вода. Найдите объем воды Q , протекающей в единицу времени через сечение трубы, если разность уровней воды в манометрических трубках $h_2 - h_1 = \Delta h$.



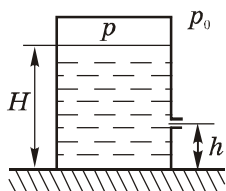
Ответ: $Q = S_1 S_2 \sqrt{\frac{2g\Delta h}{(S_2^2 - S_1^2)}}$

На гладкой горизонтальной поверхности стоит сосуд с водой. В боковой стенке сосуда у дна имеется малое отверстие площадью S . Какую силу F нужно приложить к сосуду, чтобы удержать его в равновесии, если высота уровня воды в сосуде равна h ? Плотность воды ρ .

Ответ: $F = 2\rho g h S$

На горизонтальном столе стоит замкнутый

цилиндрический сосуд, заполненный до высоты H жидкостью плотностью ρ . Пространство над жидкостью заполнено газом, давление которого равно p ($p > p_0$, где p_0 – атмосферное давление). В боковой стенке сосуда на расстоянии $h < H$ от его дна открывают отверстие площадью S_0 . Определите максимальное значение коэффициента трения μ между сосудом и поверхностью стола, при котором сосуд начнет двигаться после открытия отверстия. Площадь основания сосуда $S \gg S_0$. Массами газа и бака, а также силами вязкого трения пренебречь (см. рис.).



Ответ: $\mu_0 = \frac{2S_0 (p - p_0) + \rho g(H - h)}{\rho S g H}$

Определите полезную мощность N насоса, качающего воду из бассейна по трубе площадью поперечного сечения s . Насос обеспечивает течение воды по трубе со скоростью v , плотность воды ρ .

Ответ: $N = \rho S v^3 / 2$

Ситуационные и контекстные задания

При резании ножницами металлической проволоки ее приходится помещать как можно ближе к винту ножниц. Почему?

Ответ: это дает возможность уменьшить силу, прикладываемую к рукояткам ножниц

Башенный кран, применяемый для подъема тяжестей на стройке, имеет стрелу, обычно устанавливаемую под углом. Если изменять угол ее наклона, то будет меняться и грузоподъемность крана. Как и почему она изменяется? При каком положении стрелы грузоподъемность минимальна?

Ответ: с изменением угла вылета стрелы изменяется момент сил, создаваемый весом груза. Наибольшее плечо образуется при

Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции.

Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля, так и входить в

горизонтальном положении стрелы, поэтому в этом случае вес поднимаемого груза будет минимальным. По мере поднятия стрелы (по мере увеличения угла вылета) плечо будет уменьшаться, за счет чего вес поднимаемого груза можно увеличить.	состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания межпредметного содержания, способствующие формированию познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.
Три одинаковых автомобиля нагружены равными по массе грузами: один – кирпичом, второй – дровами, третий – сеном. Какой автомобиль наиболее устойчив? Ответ: нагруженный кирпичом, потому что его центр масс занимает самое низкое положение.	
Почему водолаз не может работать, используя для дыхания длинную резиновую трубку, один конец которой находится у него во рту, а второй конец – удерживается на поверхности (по аналогии со снорклингом)? для того, чтобы человек мог дышать, разница давлений внутри и снаружи легких должна составлять примерно 0,1 атм. Ответ: при глубине около 1 м внешнее давление составит около 0,1 атм, и человек не сможет вдохнуть воздух (преодолеть силы давления воды).	
Ураган может сорвать крышу дома и поднять ее вверх. Объясните появление такой «подъемной силы». Ответ: при большой скорости ветра в давлениях воздуха под и над крышей возникнет разница, обусловленная действием закона Бернулли (под крышей давление выше). Эта разность давлений и «срывает» крышу.	

Тема: Основы молекулярно-кинетической теории строения вещества. Термодинамика.

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской компетенции?
<i>Раздаточный материал: пример 1</i> . Основные положения молекулярно-кинетической теории. Молекулярная физика основывается на <i>молекулярно-кинетической теории строения вещества</i>, согласно	Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить

которой все тела состоят из мельчайших частиц - атомов, молекул или ионов - находящихся в непрерывном хаотическом движении, которое называют *тепловым движением*.

Основное уравнение кинетической теории газов:

$$pV = \frac{2}{3} W_K,$$

где p - давление газа, V - его объем, W_K - суммарная кинетическая энергия поступательного движения молекул газа, находящегося в сосуде, или

$$p = \frac{2}{3} n \langle w_K \rangle,$$

где n - концентрация молекул (число молекул в единице объема), $\langle w_K \rangle$ - средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы газа.

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы идеального газа

$$\langle w_K \rangle = \frac{W_K}{N} = \frac{3}{2} kT,$$

где N - число молекул газа, находящихся в сосуде, k - постоянная Больцмана, T - термодинамическая (абсолютная) температура газа.

Для идеального газа

$$p = nkT.$$

Средняя квадратичная скорость поступательного движения молекулы идеального газа равна

$$v = \sqrt{\frac{2\langle w_K \rangle}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}},$$

где m_0 - масса одной молекулы.

Число степеней свободы тела называют наименьшее число координат (число независимых координат), которые нужно задать для того, чтобы полностью определить положение тела в пространстве. *Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы:* на каждую степень свободы молекулы в среднем приходится одинаковая кинетическая энергия,

равная $\frac{1}{2} kT$. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа, имеющей i степеней свободы, равна

$$\langle E_K \rangle = \frac{i}{2} kT.$$

Моль - единица количества вещества, равная количеству вещества системы, в которой содержится число структурных элементов (атомов, молекул, ионов, электронов и др. частиц или специфицированных групп

избыточное)

• Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий

частиц), равное числу атомов в углероде-12 массой 0,012 кг (число Авогадро N_A). Молярной массой μ вещества называют физическую величину, равную массе одного моля данного вещества. Количество вещества может быть определено по формуле $\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A}.$	
Раздаточный материал: пример 2 Изопроцессы в идеальном газе. Газовые законы <i>Изопроцессами</i> называют термодинамические процессы, происходящие в системе с постоянной массой при каком-либо одном постоянном параметре состояния. <i>Изотермический процесс</i> происходит при постоянной температуре ($T = const$). В идеальном газе при этом выполняется соотношение $pV = const \text{ (закон Бойля - Мариотта).}$ <i>Изохорический (изохорный) процесс</i> происходит при постоянном объеме ($V = const$). В идеальном газе при этом выполняется соотношение $\frac{p}{T} = const \text{ (закон Шарля).}$ <i>Изобарный (изобарический) процесс</i> происходит при постоянном давлении ($p = const$). В идеальном газе при этом выполняется соотношение $\frac{V}{T} = const \text{ (закон Гей-Люссака).}$ Уравнением состояния (термическим уравнением состояния) системы называют функциональную зависимость равновесного давления p в системе от объема и температуры. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева - Клапейрона) имеет вид $pV = \frac{m}{\mu} RT,$ где $R = kN_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ (в СИ) - универсальная газовая постоянная. <i>Закон Дальтона</i>: давление смеси газов равно сумме парциальных давлений компонентов смеси: $p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$	• Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) • Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий • Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа
Раздаточный материал: пример 3	

Внутренняя энергия идеального газа. Работа идеального газа.

Внутренняя энергия идеального газа определена выражением

$$U = N \cdot \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT = \frac{i}{2} pV = \frac{m}{\mu} C_V T,$$

где N - число молекул газа; C_V – теплоемкость одного моля идеального газа при постоянном объеме.

Работа расширения газа при постоянном давлении равна

$$\Delta A = p \Delta V,$$

где ΔV - приращение объема системы.

Первое начало (первый закон) термодинамики: количество теплоты ΔQ , сообщаемое системе, расходуется на изменение внутренней энергии системы ΔU и на совершение системой работы ΔA :

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A.$$

Раздаточный материал: пример 4

I начало термодинамики. Теплоемкость.

Теплоемкостью C тела называют физическую величину, численно равную отношению количества теплоты ΔQ , сообщаемого телу, к изменению ΔT температуры тела в рассматриваемом термодинамическом процессе:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}.$$

Молярной теплоемкостью называют теплоемкость одного моля вещества:

$$C_\mu = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T}, \quad \nu = \frac{m}{\mu}.$$

Удельной теплоемкостью называют теплоемкость единицы массы вещества.

Молярная теплоемкость идеального газа при постоянном объеме равна

$$C_V = \frac{i}{2} R,$$

где i - число степеней свободы молекулы.

Молярная теплоемкость идеального газа при постоянном давлении равна

$$C_p = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R.$$

Адиабатным (адиабатическим) называют процесс, происходящий в отсутствие теплообмена с внешней средой:

$$\delta Q = 0.$$

Для равновесного адиабатного процесса в идеальном газе справедливо *уравнение Пуассона*

$$pV^\gamma = \text{const},$$

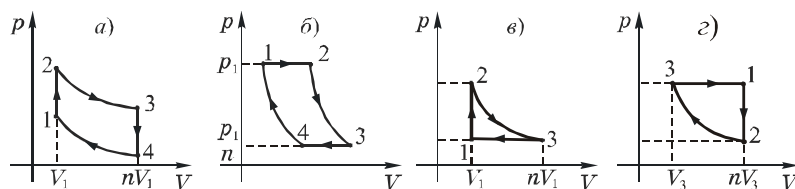
где $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$ - коэффициент Пуассона (показатель адиабаты).

Раздаточный материал: пример 5 Термодинамические циклы. КПД циклов. КПД тепловой машины равен $\eta = \frac{A}{Q_{нагр}},$ где $Q_{нагр}$ - количество теплоты, полученное от нагревателя за один цикл, A - работа, совершенная за один цикл. КПД прямого цикла Карно $\eta = \frac{T_{нагр} - T_{хол}}{T_{нагр}}.$	
Задачи повышенной сложности	
Два сосуда, соединенные трубкой, содержат сильно разреженный газ (длина свободного пробега молекул много больше длины трубки). Температура газа в сосудах соответственно T_1 и T_2 поддерживается постоянной. Установившееся давление газа в первом сосуде p_1. Определите установившееся давление p_2 газа во втором сосуде. Ответ: $p_2 = p_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора адекватной модели изучаемого явления.
В качестве пассивного спутника-ретранслятора используется шар объемом V, заполненный воздухом при температуре T и давлении p. Через малое отверстие в корпусе, пробитое микрометеоритом, из шара уходит N молекул за 1 секунду. Каким будет это число N_1, если вследствие утечки давление упадет до p_1, а температура воздуха из-за перехода на затененную часть орбиты упадет до T_1? Ответ: $N_1 = N \frac{p_1}{p} \sqrt{\frac{T}{T_1}}$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора адекватной модели изучаемого явления. Задача моделирует реальный процесс.
Для обнаружения утечки природного газа (сам по себе он практически лишен запаха) в него добавляют пахучее вещество, называемое одорантом. Норма одоризации составляет 16 г на 1000 м³ природного газа. Такое содержание одоранта человек ощущает даже при стократном (по объему) разбавлении смеси атмосферным воздухом. Оцените а) число молекул одоранта в кубометре воздуха, достаточное для ощущения его	Ситуационная задача имеет практическое применение.

запаха человеком, если масса молекулы одоранта 10^{-22} г; б) количество молекул, проходящих через нос человека при вдохе, если за один раз человек вдыхает примерно один литр воздуха. Ответ: а) в одном кубометре находится примерно $1,6 \cdot 10^{17}$ молекул одоранта; б) примерно 10^{14} молекул.	
Компрессор захватывает при каждом такте нагнетания $V_k = 0,5$ л воздуха при давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре $T_k = 276$ К и нагнетает его в автомобильный баллон объемом $V_0 = 0,5$ м³. Температура воздуха в баллоне $T_0 = 290$ К. Сколько качаний n должен сделать компрессор, чтобы уменьшить площадь соприкосновения покрышки с полотном дороги на $\Delta S = 100$ см²? До этого площадь соприкосновения была равна $S = 450$ см²; колесо находится под нагрузкой $F = 5$ кН. Ответ: $n = \frac{T_k}{T_0} \frac{V_0}{V_k} \frac{F \Delta S}{p_0 S(S - \Delta S)} = 302$	Задача имеет практическое применение. Задача моделирует реальный процесс.
В камеру сгорания реактивного двигателя поступает в секунду масса m водорода и необходимое для полного сгорания количество кислорода. Площадь выходного сечения сопла двигателя S, давление в этом сечении p, абсолютная температура T, молярная масса воды μ. Определите силу тяги F двигателя. Ответ: $F = \frac{81 m^2 R T}{p \mu S}$	Задача моделирует реальный процесс.
В сосуде находится смесь азота и водорода. При температуре T, когда азот полностью диссоциирован на атомы, а диссоциацией водорода можно пренебречь, давление равно p. При температуре $2T$, когда оба газа полностью диссоциированы, давление в сосуде равно $3p$. Каково отношение масс азота и водорода в смеси? Каким было давление p_0 в сосуде до начала диссоциации азота при температуре смеси газов T_0? Ответ: Масса азота в 7 раз больше массы водорода; $p_0 = \frac{3}{4} \frac{T_0}{T} p$	Задача моделирует реальный процесс и имеет практическое применение в энергетике.
В термосе находится вода при температуре 0°C. Масса воды $M = 100$ г. Выкачивая из термоса воздух, воду замораживают посредством ее испарения. Какова масса m льда, образовавшегося в термосе? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплота парообразования воды $r = 24,8 \cdot 10^5$ Дж/кг.	Задача моделирует реальный процесс и имеет практическое применение в энергетике.

Ответ: $m = \frac{Mr}{\lambda + r} = 0,088 \text{ кг}$

С идеальным одноатомным газом осуществляется цикл, состоящий: а) из двух изохор (1-2), (3-4) и двух адиабат (2-3), (4-1); б) двух изобар (1-2), (3-4) и двух адиабат (2-3), (4-1); в) изохоры (1-2), изобары (3-1) и адиабаты (2-3); г) изохоры (1-2), изобары (3-1) и адиабаты (2-3) (рис. а, б, в, г). При адиабатном расширении в случаях а, в и г объем увеличивается в n раз, а в случае б в n раз падает давление. Определите КПД циклов. Уравнение адиабаты можно представить в виде $pV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = \text{const}$ – показатель адиабаты.



Ответ: а) $\eta = (1 - n^{1-\gamma})100\%$; б) $\eta = (1 - n^{1/\gamma-1})100\%$;

в) $\eta = \frac{3n^\gamma + 2 - 5n}{3(n^\gamma - 1)}100\%$; г) $\eta = \frac{3n^{1-\gamma} + 2n - 5}{5(n - 1)}100\%$

Задача моделирует реальный процесс и имеет практическое применение в энергетике.

Описываются циклические процессы, происходящие в реальных тепловых двигателях.

Два теплоизолированных сосуда соединены трубкой с краном. Сосуды содержат идеальный одноатомный газ. Первый сосуд содержит v_1 молей при температуре T_1 , второй – v_2 молей при температуре T_2 . Какая температура T установится в сосудах, если открыть кран?

Ответ: $T = \frac{v_1 T_1 + v_2 T_2}{v_1 + v_2}$

Задача моделирует реальный процесс и имеет практическое применение в энергетике.

Объем воздуха V_1 с относительной влажностью ϕ_1 смешали с объемом воздуха V_2 с относительной влажностью ϕ_2 . Процесс происходил при постоянной температуре. Определите влажность воздуха после перемешивания объемов. Объем смеси $V = V_1 + V_2$.

Ответ: $\phi = \frac{\phi_1 V_1 + \phi_2 V_2}{V_1 + V_2}$

Практико-ориентированная задача инженерной направленности.

Шар-зонд объемом $V = 1 \text{ м}^3$ заполняют воздухом с температурой $T = 373 \text{ К}$ и давлением $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. На сколько отличаются подъемные силы двух шаров, один из которых заполнен сухим воздухом, а другой – воздухом с относительной влажностью $\phi = 30\%$? Молярная масса воздуха $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. Изменением

Практико-ориентированная задача инженерной направленности.

температуры от высоты пренебречь. Ответ: $\Delta F_{\text{под}} = \frac{p_0 V}{RT} (M_1 - M_2) g \frac{\varphi}{100\%} \approx 1,07 \text{ Н},$ где $M_1 = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; M_2 = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	
Ситуационные и контекстные задания	
Поверхностный слой железного изделия можно сделать более твердым путем цементации углеродом. При этом предмет нагревают в течение нескольких часов в коробке, заполненной угольным порошком. Объясните, какие явления могут лежать в основе цементации железа, то есть насыщения поверхностного слоя железа углеродом с образованием карбида железа? Ответ: Образование карбида железа – безусловно, химический процесс. Однако для того, чтобы он прошел не только на поверхности, но и на небольшой глубине образца, необходима диффузия атомов углерода внутрь железа.	Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции. Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля, так и входить в состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания межпредметного содержания, способствующие формированию познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной
Молоко представляет собой эмульсию, в которой нерастворимые мельчайшие капельки жира находятся во взвешенном состоянии. Что нужно сделать, чтобы в молоке побыстрее образовались сливки? Ответ: устойчивость эмульсии обусловлена тепловым движением молекул. Для ускорения процесса отстаивания надо замедлить тепловое движение молекул, то есть охладить молоко.	
Почему в современных жидкостных термометрах в качестве рабочей жидкости не используют воду? Ответ: главным образом – из-за аномального поведения жидкой воды в интервале от 0 до 4°C. В этом диапазоне вода при нагревании не расширяется, а сжимается, а при дальнейшем увеличении температуры – вновь расширяется. Кроме того, водяной термометр обладал бы слишком малым диапазоном измерения.	
Почему стальной орудийный ствол не плавится при выстреле, хотя температура пороховых газов достигает 3600°C? Температура плавления стали 1400°C. Ответ: масса пороховых газов слишком мала, чтобы передаваемая ими теплота существенно изменила температуру ствола. Кроме того, орудийный ствол отдает теплоту окружающей среде.	
Почему тонкая медная проволока плавится в пламени газовой горелки, в то время как медный гвоздь даже не раскаляется докрасна? Ответ: количество теплоты, передаваемое стержню, находящемуся в пламени, пропорционально площади его боковой поверхности, то есть радиусу стержня, а скорость теплоотвода пропорциональна площади его поперечного сечения, то есть квадрату радиуса. Поэтому	

тепловое равновесие гвоздя наступает при значительно более низкой температуре, чем у тонкой проволоки.	исследовательской деятельности.
В сосуд, снабженный манометром, накачивают воздух до давления выше атмосферного. Затем, открыв кран, соединяющий сосуд с атмосферой, дают возможность давлению внутри сравняться с атмосферным и сразу же закрывают кран. Через некоторое время давление в сосуде вновь повышается. Почему? Ответ: Давление повысится потому, что температура воздуха, понизившаяся при его практически адиабатическом (из-за большой скорости) расширении, будет повышаться до выравнивания с температурой окружающей среды. По величине этого давления и давления до выпуска воздуха можно вычислить показатель адиабаты и теплоемкости идеального газа при постоянном объеме и давлении (метод Клемана – Дезорма).	
Почему шар, выточенный из монокристалла, при нагревании может изменить не только объем, но и форму? Ответ: Потому что вследствие анизотропии кристалла он по-разному расширяется в различных направлениях.	
На железный цилиндр плотно надето медное кольцо. Что нужно сделать, чтобы снять кольцо – охладить или нагреть эти тела? Ответ: охладить. Указание: сравнить коэффициенты теплового расширения меди и железа.	
Почему вода в водоемах начинает замерзать с поверхности? Ответ: потому что наибольшей плотностью вода обладает при температуре 4°C. Слои воды, имеющие температуру, близкую к 0°C, поднимаются на поверхность водоема.	

Тема: Электростатика. Законы постоянного тока. Магнитные явления.

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской компетенции?
Раздаточный материал: пример 1 Закон Кулона. Напряженность Сила электростатического взаимодействия точечных зарядов, находящихся в вакууме, прямо пропорциональна произведению q_1q_2 этих зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния r между зарядами и направлена вдоль соединяющей их прямой:	• Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) • Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 62 из 102

$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ (закон Кулона).}$ Между разноименными зарядами действуют силы притяжения, между одноименными - силы отталкивания. В СИ коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$ $ E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}.$ <i>Принцип суперпозиции электрических полей (принцип независимости действия электрических полей):</i> напряженность электрического поля, созданного несколькими источниками, равна геометрической сумме напряженностей полей, созданных каждым из источников в отдельности.	
Раздаточный материал: пример 2 Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса - Остроградского. Поток вектора напряженности $\Delta\Phi_E$ однородного электрического поля сквозь плоский участок поверхности, выделенной в поле, определен соотношением $\Delta\Phi_E = \mathbf{E} \cdot \Delta\mathbf{S} = E \Delta S \cos \varphi = E_n \Delta S = E \Delta S_{\perp}.$ Здесь $\mathbf{E}$ - вектор напряженности электрического поля в точках площадки ΔS, φ - угол, который составляет вектор $\mathbf{E}$ с единичным вектором $\mathbf{n}$, нормальным к площадке ΔS, $E_n = E \cos \varphi$ - проекция вектора $\mathbf{E}$ на направление $\mathbf{n}$, $\Delta S_{\perp} = \Delta S \cos \varphi$ - площадь проекции площадки ΔS на плоскость, перпендикулярную вектору $\mathbf{E}$. <i>Теорема Гаусса - Остроградского:</i> поток вектора напряженности электростатического поля в вакууме сквозь произвольную замкнутую поверхность, проведенную в поле, пропорционален алгебраической сумме $\Sigma q_{\text{внутр}}$ электрических зарядов, заключенных внутри этой поверхности:	• Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) • Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий • Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа

$$\Phi_E = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_{\text{внутр}} \quad (\text{в СИ});$$

при вычислении Φ_E векторы нормали к поверхности считаются направленными наружу (т.н. внешняя нормаль).

В случае изотропного однородного диэлектрика проницаемостью ϵ , заполняющего все пространство между эквипотенциальными поверхностями,

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0/\epsilon,$$

где $\mathbf{E}_0$ - напряженность поля, созданного теми же источниками в отсутствие диэлектрика.

Раздаточный материал: пример 3

Работа сил электростатического поля. Потенциал.

Работа ΔA , совершаемая кулоновскими силами при перемещении $\Delta \mathbf{r}$ точечного заряда q в однородном электростатическом поле

$$\Delta A = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r} = q \mathbf{E} \cdot \Delta \mathbf{r}.$$

Работа ΔA , совершаемая силами электростатического взаимодействия при перемещении точечного заряда q в электростатическом поле, равна уменьшению потенциальной энергии взаимодействия W этого заряда с полем:

$$\Delta A = -\Delta W = W_{\text{начальн}} - W_{\text{конечн}}.$$

Энергия взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2 , находящихся в вакууме на расстоянии r один от другого, равна

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r}; \quad \text{в СИ } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Энергия взаимодействия в вакууме системы N точечных зарядов равна

$$W = \frac{1}{2} k \sum_{n=1}^N \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq n}}^N \frac{q_m q_n}{r_{mn}} = k \sum_{n=2}^N \sum_{\substack{m=1 \\ m < n}}^{N-1} \frac{q_m q_n}{r_{mn}}.$$

Потенциалом электростатического поля называют физическую величину ϕ , равную отношению потенциальной энергии W взаимодействия пробного точечного электрического заряда, помещенного в рассматриваемую точку, с электростатическим полем, к величине q этого заряда:

$$\phi = W/q.$$

Потенциал электростатического поля, созданного в вакууме точечным зарядом q , на расстоянии r от него равен

$$\phi(r) = k \frac{q}{r}; \quad \text{в СИ } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$

При наложении электрических полей их потенциалы складываются алгебраически.

Работа ΔA , совершаемая силами электростатического взаимодействия при перемещении точечного заряда q в электростатическом поле, равна

$$\Delta A = -\Delta W = -q \Delta \phi = q (\phi_{\text{начальн}} - \phi_{\text{конечн}}).$$

Раздаточный материал: пример 4**Электрическая емкость проводника. Конденсаторы.**

Емкостью уединенного проводника называют физическую величину, определенную отношением

$$C = q/\varphi,$$

где q - заряд проводника, а φ - его потенциал.

Емкость шара радиусом R , находящегося в вакууме, равна

$$C = 4\pi\epsilon_0 R \quad (\text{в СИ}).$$

Энергия электрического поля, созданного уединенным проводником, равна

$$W = \frac{1}{2} q\varphi = \frac{1}{2} C\varphi^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C}.$$

Емкостью конденсатора называют физическую величину, определенную отношением

$$C = \frac{|q|}{|U|},$$

где q - заряд одного из проводников, образующих конденсатор, а U - разность потенциалов между ними (проводники, образующие конденсатор, несут одинаковые по величине, но противоположные по знаку заряды).

Емкость плоского конденсатора равна

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \quad (\text{в СИ}),$$

где S - площадь каждой пластины конденсатора, а d - расстояние между ними.

Энергия конденсатора (энергия поля конденсатора) равна

$$W = \frac{1}{2} |qU| = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C}.$$

Объемная плотность энергии электрического поля в линейной изотропной среде с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ равна

$$w = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2.$$

При параллельном соединении конденсаторов емкость C цепи равна сумме емкостей входящих в нее конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n;$$

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n;$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n.$$

При последовательном соединении конденсаторов емкость C цепи равна

$$C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \right)^{-1};$$

$$q = q_1 = q_2 = \dots = q_n;$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n.$$

В том случае, когда в цепь соединяют предварительно заряженные конденсаторы, применение приведенных выше формул должно быть хорошо обдуманным (как, например, в задаче 3.7.11).

Не всегда соединение конденсаторов возможно заменить последовательным или параллельным соединением батарей, в свою очередь составленных из последовательно или параллельно подключенных конденсаторов. В этих случаях следует использовать

закон сохранения электрического заряда, учитывая, что заряд изолированного проводника остается неизменным. Кроме того, следует учесть, что при обходе любого замкнутого контура в электростатическом поле алгебраическая сумма изменений потенциала на всех участках контура равна нулю.

Раздаточный материал: пример 5

Сила тока. Сопротивление. Закон Ома для однородного участка цепи.

Закон Ома для однородного участка цепи : сила тока I в проводнике, находящемся в электростатическом поле, пропорциональна напряжению U между концами проводника:

$$I = U/R;$$

коэффициент R называют сопротивлением проводника.

Сопротивление R участка цепи, состоящего из последовательно соединенных проводников, равно сумме сопротивлений $R_1, R_2, R_3, \dots$ этих проводников:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots;$$

сила тока во всех участках цепи одинакова:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots;$$

разность потенциалов U между концами цепи равна сумме разностей потенциалов между концами входящих в цепь проводников:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots.$$

Электропроводность R^{-1} участка цепи, состоящего из параллельно соединенных проводников, равна сумме электропроводностей этих проводников:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots;$$

сила тока I в цепи равна сумме сил токов в каждом проводнике:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots;$$

разность потенциалов U между концами цепи равна разности потенциалов между концами каждого из входящих в цепь проводников:

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots.$$

Сопротивление R линейного однородного проводника пропорционально его длине L и обратно пропорционально площади его поперечного сечения S :

$$R = \rho \frac{L}{S} = \sigma^{-1} \frac{L}{S},$$

где ρ - удельное сопротивление проводника, σ - его удельная электрическая проводимость (удельная электропроводность). Коэффициенты пропорциональности ρ и σ зависят от вещества проводника и его термодинамического состояния.

При решении задач этого раздела следует считать сопротивление подводящих проводов пренебрежимо малым, если его величина не указана в условии.

Раздаточный материал: пример 6

Закон Ома для неоднородного участка и полной цепи. Правила Кирхгофа.

Обобщенный закон Ома для произвольного участка цепи: произведение силы тока I на сопротивление R участка цепи равно алгебраической сумме падения потенциала $\varphi_1 - \varphi_2$

на этом участке и ЭДС E всех источников электрической энергии, включенных на данном участке цепи:

$$IR = (\varphi_1 - \varphi_2) + E.$$

Закон Ома для замкнутой цепи: сила тока I в замкнутой цепи, состоящей из источника тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r и нагрузки с сопротивлением R , равна отношению величины ЭДС к сумме внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки:

$$I = E / (R + r).$$

Первое правило Кирхгофа (правило узлов): алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узле (точке соединения нескольких линейных проводников), равна нулю:

$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0;$$

при этом положительными считаются токи, подходящие к узлу, отрицательными - токи, отходящие от узла; иными словами, сумма сил токов, втекающих в узел, равна сумме сил токов, вытекающих из него:

$$\sum I_{m \text{ вход}} = \sum I_{k \text{ выход}}$$

Второе правило Кирхгофа (правило контуров): в любом замкнутом контуре, произвольно выбранном в разветвленной электрической цепи, алгебраическая сумма произведений сил токов I_m на сопротивления R_m соответствующих участков этого контура равна алгебраической сумме ЭДС в контуре:

$$\sum_{m=1}^n I_m R_m = \sum_{m=1}^n E_m;$$

здесь n - число отдельных участков, на которые контур разбивается узлами; положительными считаются токи, направления которых совпадают с выбранным (произвольно) направлением обхода контура; ЭДС источников электрической энергии считаются положительными, если они создают токи, направления которых совпадают с направлением обхода контура.

В задачах этого раздела внутренним сопротивлением источника тока, сопротивлением соединительных проводов, а также амперметров следует пренебречь, если эти величины не указаны в условии. Сопротивление идеального вольтметра следует считать бесконечно большим.

Раздаточный материал: пример 7

Работа и мощность тока. Тепловое действие тока.

Закон Джоуля - Ленца: в проводнике с постоянным током за интервал времени Δt выделяется количество теплоты ΔQ , пропорциональное квадрату силы тока I , сопротивлению проводника R и длительности интервала Δt :

$$\Delta Q = I^2 R \Delta t.$$

Раздаточный материал: пример 8

Электрический ток в различных средах.

Плотность тока $\mathbf{j}$ в металле равна заряду всех электронов, проходящих за единицу времени через единицу площади поперечного сечения проводника:

$$\mathbf{j} = -n_0 e \mathbf{v},$$

где n_0 - концентрация электронов проводимости, e - абсолютная величина заряда электрона, v - средняя скорость дрейфа электронов под действием внешнего электрического поля.

Закон Ома для плотности тока (закон Ома в дифференциальной форме) : плотность тока проводимости пропорциональна напряженности E электрического поля в проводнике и совпадает с ней по направлению:

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} = \mathbf{E} / \rho.$$

Первый закон Фарадея (первый закон электролиза): масса M вещества, выделившегося на электроде, прямо пропорциональна электрическому заряду Q , прошедшему через электролит:

$$M = kQ$$

Коэффициент пропорциональности k называют электрохимическим эквивалентом вещества.

Второй закон Фарадея (второй закон электролиза): электрохимический эквивалент данного вещества пропорционален его химическому эквиваленту k_x :

$$k = k_x / F,$$

где F - постоянная Фарадея. Химическим эквивалентом вещества называют отношение молярной массы данного вещества μ к его валентности Z :

$$k_x = \mu / Z.$$

Объединенный закон Фарадея (объединенный закон электролиза):

$$M = \frac{1}{F} \frac{\mu}{Z} Q.$$

Значения молярных масс μ веществ и валентностей Z ионов во всех задачах данного раздела следует определять по Периодической таблице элементов Менделеева.

Раздаточный материал: пример 9

Магнитные силы.

Два проводника с токами, проводник с током и магнит, два магнита взаимодействуют между собой. Это взаимодействие осуществляется посредством магнитного поля. Магнитное поле создается током (движущимися зарядами) и обнаруживается по своему воздействию на токи (движущиеся заряды), на неподвижные заряды магнитное поле не действует.

Для описания магнитного поля используется вектор индукции магнитного поля $\vec{B}$ – силовая характеристика магнитного поля.

За направление вектора $\vec{B}$ принимается направление северного конца магнитной стрелки, помещенной в магнитное поле и свободно ориентирующейся в нем под действием его сил. Модуль вектора $\vec{B}$ определяется как отношение максимальной силы $F_{\max}$, действующей на прямолинейный проводник с током I длиной ℓ в магнитном поле, к произведению $I \ell$:

$$B = \frac{F_{\max}}{I \ell}.$$

Он не зависит от свойств проводника, а характеризует само магнитное поле.

Для наглядного графического изображения магнитного поля используются силовые линии магнитного поля – линии, касательные к которым в каждой точке совпадают по направлению с вектором $\vec{B}$. В отличие от электростатического поля силовые линии магнитного поля всегда замкнуты. Такое поле называется *вихревым*.

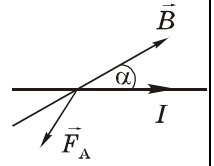
Сила, действующая на проводник с током, помещенный в магнитное поле,

называется **силой Ампера**. Модуль этой силы F_A определяется формулой

$$F_A = B I \ell \sin \alpha ,$$

где α – угол между направлением тока в проводнике и направлением вектора магнитной индукции $\vec{B}$ (см. рис.).

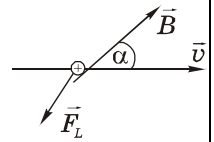
Сила Ампера перпендикулярна вектору $\vec{B}$ и проводнику с током. Ее направление определяется *правилом левой руки*: силовые линии $\vec{B}$ входят в ладонь, пальцы направлены по току, отогнутый на 90° большой палец левой руки указывает на направление силы Ампера.



Сила Лоренца $\vec{F}_L$ – сила, действующая на заряд q , движущийся в магнитном поле со скоростью $\vec{v}$. Модуль этой силы:

$$F_L = q v B \sin \alpha ,$$

где α – угол между направлением скорости движения заряда $\vec{v}$ и вектором магнитной индукции магнитного поля $\vec{B}$ (см. рис.). Сила Лоренца $\vec{F}_L$ перпендикулярна векторам $\vec{v}$ и $\vec{B}$. Для положительного заряда ее направление определяется *правилом левой руки*, пальцы направляются в этом случае по направлению скорости движения заряда $\vec{v}$. Направление силы Лоренца, действующей на отрицательный заряд, противоположно направлению силы, действующей на заряд положительный.



На замкнутый контур с током однородное магнитное поле оказывает ориентирующее действие – стремится повернуть его так, чтобы плоскость контура оказалась перпендикулярной вектору индукции поля $\vec{B}$. Момент M сил, действующих на контур с током со стороны магнитного поля:

$$M = B I S \sin \alpha ,$$

где I – ток в контуре, S – площадь контура, α – угол между направлением вектора $\vec{B}$ и вектора нормали $\vec{n}$ к плоскости контура. Направление нормали $\vec{n}$ связано с направлением тока в контуре *правилом правой руки (правого винта)*.

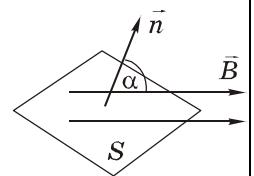
Раздаточный материал: пример 9

Электромагнитная индукция.

Поток Φ вектора магнитной индукции $\vec{B}$ через контур площадью S определяется как

$$\Phi = B S \cos \alpha ,$$

где α – угол между направлением вектора $\vec{B}$ и направлением вектора нормали $\vec{n}$ к контуру (см. рис.).



Работа A по перемещению контура с током в магнитном поле может быть найдена через изменение магнитного потока $\Delta\Phi$, пронизывающего контур:

$$A = I \Delta\Phi ,$$

где I – ток, протекающий в контуре.

При изменении потока вектора магнитной индукции Φ через контур в нем возникает ЭДС, определяемая законом электромагнитной индукции:

$$\mathcal{E}_n = -\Phi' \approx -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} .$$

Согласно правилу Ленца направление индукционного тока таково, что создаваемое им магнитное поле стремится скомпенсировать изменение магнитного потока, вызвавшего этот ток.

Магнитные силы, возникающие при протекании индукционного тока, противодействуют причине, вызвавшей ток.

Раздаточный материал: пример 10

Индуктивность. ЭДС самоиндукции.

Поток вектора магнитной индукции Φ через катушку с током прямо пропорционален значению тока I в катушке:

$$\Phi = LI.$$

Коэффициент L , связывающий ток I и поток Φ , называется **индуктивностью** катушки. При изменении тока I в катушке будет изменяться поток Φ , что вызовет в свою очередь возникновение ЭДС индукции.

Возникновение ЭДС индукции в катушке, обусловленное изменением тока в катушке, называется явлением **самоиндукции**. ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = -L I' \approx -L \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

Для создания установившегося тока I в катушке необходимо совершить некоторую работу A против ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля катушки W_L равна этой работе:

$$W_L = \frac{LI^2}{2}.$$

Задачи повышенной сложности

Тонкое проволочное кольцо радиусом R несет электрический заряд q . В центре кольца расположен одноименный с q заряд Q , причем $Q \gg q$. Определите силу T , растягивающую кольцо.

Ответ: $T = \frac{qQ}{8\pi^2\epsilon_0 R^2}$

При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта.

Практико-ориентированная задача инженерной направленности.

Металлическую пластину и пластину из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ внесли в однородное электрическое поле с напряженностью E и расположили перпендикулярно силовым линиям на некотором расстоянии друг от друга. Определите поверхностные плотности зарядов в местах, удаленных от краев пластин, индуцированного σ_1 на металлической пластине и поляризационного σ_2 на пластине из диэлектрика.

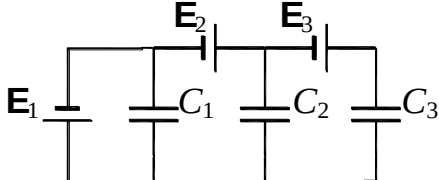
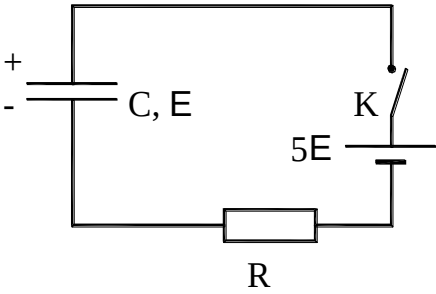
Ответ: $\sigma_1 = \epsilon_0 E$; $\sigma_2 = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \epsilon_0 E$

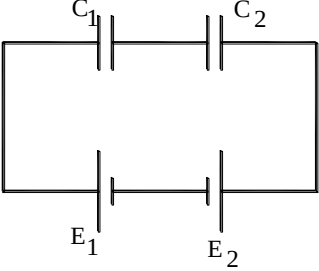
При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования терминов и определений.

Электрон влетает в пространство между управляющими пластинами электронно-лучевой трубки с начальной скоростью v_0 , параллельной пластинам. На какое расстояние Δ в

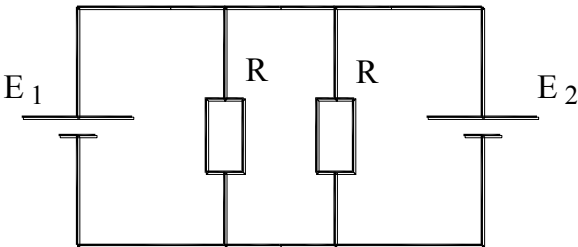
При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта.

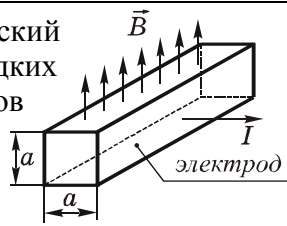
направлении, перпендикулярном пластинам, сместится точка вылета электрона из области между пластинами, если напряженность поля в этой области E, а длина пластин L? Ответ: $\Delta = \frac{eEL^2}{2mv_0^2}$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности.
Две иона с массами m_1 и m_2 и одноименными зарядами q_1 и q_2 движутся из бесконечности со скоростями v_1 и v_2, направленными вдоль одной прямой навстречу друг другу. На какое минимальное расстояние r они смогут сблизиться? Ответ: $r = \frac{q_1 q_2}{2\pi\epsilon_0 m_1 m_2} \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2}$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности.
Воздушный конденсатор емкостью C и расстоянием между обкладками d зарядили до напряжения U_0 и отключили от источника. Каким будет напряжение U на конденсаторе, если а) заполнить пространство между обкладками диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ; б) вставить между обкладками параллельно пластинам пластинку из этого диэлектрика толщиной a; в) вставить между обкладками металлическую пластинку толщиной a? Ответ: а) $U = \frac{U_0}{\epsilon}$; б) $U = U_0 \left(1 + \frac{a}{d} \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) \right)$; в) $U = U_0 \left(1 - \frac{a}{d} \right)$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Конденсатор емкостью C_1, заряженный до напряжения U_1, и конденсатор емкостью C_2, заряженный до напряжения U_2, соединяют: а) одноименно; б) разноименно заряженными обкладками. Какая энергия W выделится при этом в окружающую среду? Ответ: а) $W = \frac{C_1 C_2 (U_1 - U_2)^2}{2(C_1 + C_2)}$; б) $W = \frac{C_1 C_2 (U_1 + U_2)^2}{2(C_1 + C_2)}$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Большая тонкая проводящая пластина, площадь которой равна S, а толщина равна d, помещена в однородное электрическое поле напряженности E, перпендикулярное пластине. Какое количество теплоты выделится в проводнике, если поле мгновенно выключить? Ответ:	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности,

$W_e = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 S d$	представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Одна из пластин незаряженного плоского конденсатора освещается рентгеновскими лучами, вырывающими из нее электроны со скоростью $v = 10^6$ м/с. Электроны собираются на второй пластине. Через какое время t фототок между пластинами прекратится, если с каждого квадратного сантиметра площади вырывается каждую секунду $n = 10^{13}$ электронов? Расстояние между пластинами $d = 10$ мм. Ответ: $t = \frac{\varepsilon_0 m v^2}{2 e^2 n d} = 1,6 \cdot 10^{-7}$ с	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Найдите заряды конденсаторов в цепи, показанной на рисунке (6, 1993) Отв.: $q_1 = C_1 E_1$; $q_2 = C_2 E_1 - E_2$; $q_3 = C_3 E_3 - E_1 + E_2$ 	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Конденсатор емкости C, заряженный до напряжения E, подключается через резистор с большим сопротивлением к батарее с ЭДС $5E$. Найдите количество тепла, которое выделяется в цепи при зарядке конденсатора до напряжения $5E$? (Отв.: $Q = 8CE^2$). 	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Плоский воздушный конденсатор емкостью C подсоединили к источнику тока с ЭДС E. После завершения процесса зарядки конденсатора его пластины достаточно медленно раздвинули на расстояние d между ними. Исходное расстояние между пластинами $d_0 < d$. Какая при этом была совершена работа A, если: а) после зарядки конденсатор отключили от источника;	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».

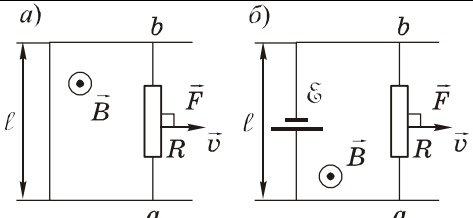
б) конденсатор остался подключенным к источнику? Ответ: а) $A = \frac{CE^2}{2} \left(\frac{d}{d_0} - 1 \right)$; б) $A = \frac{CE^2}{2} \left(1 - \frac{d_0}{d} \right)$	
Найдите силу притяжения между пластинами плоского конденсатора C_1 в схеме, изображенной на рисунке, если $C_1 = 2C_0$, $C_2 = C_0$, $E_1 = 2E_0$, $E_2 = E_0$, а расстояние между пластинами конденсатора C_1 равно d. Ответ: $F = \frac{C_0 E_0^2}{9d}$ 	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Амперметр, предназначенный для измерения силы тока до 10 А, имеет сопротивление $R = 0,18$ Ом. Шкала амперметра разделена на 100 делений. Какое сопротивление надо взять и как его включить, чтобы этим амперметром можно было измерить силу тока до 100 А? Как изменится при этом цена деления амперметра? Ответ: шунт $r = \frac{RI_1}{I_2 - I_1} = 0,02$ Ом, цена деления вырастет в $\frac{I_2}{I_1} = 10$ раз.	Контекстная задача с реальными данными. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Вольтметр, сопротивление которого $R = 2000$ Ом, предназначен для измерения напряжения до 30 В. Шкала вольтметра разделена на 150 делений. Какое сопротивление надо взять и как его включить, чтобы этим вольтметром можно было измерять напряжение до 75 В? Как изменится при этом цена деления вольтметра? Ответ: дополнительное сопротивление $r = \left(\frac{U_2}{U_1} - 1 \right) R = 3000 \text{ В}$ включить последовательно, цена деления вырастет в $\frac{U_2}{U_1} = 2,5$ раза.	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».

Имеется прибор с ценой деления $i_0 = 10$ мкА. Шкала прибора имеет $n = 100$ делений, внутреннее сопротивление прибора $r = 50$ Ом. Как из этого прибора сделать вольтметр с пределом измерения напряжения $U_0 = 200$ В или миллиамперметр с пределом измерения силы тока $I_0 = 800$ мА (определите значения дополнительного сопротивления R_d и шунта $R_{ш}$)? Ответ: $R_d = \frac{U_0}{ni_0} - r \approx 2 \cdot 10^5$ Ом; $R_{ш} = \frac{r}{I_0 / ni_0 - 1} \approx 0,0626 \text{ Ом}$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Какую допускают относительную ошибку в измерении ЭДС источника тока, если принимают показания вольтметра, присоединенного к его полюсам, за ЭДС? Сопротивление источника тока $r = 0,5$ Ом, сопротивление вольтметра $R = 200$ Ом. Ответ: $\delta = \frac{r}{R+r} \cdot 100 \% \approx 0,25 \%$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Дана электрическая цепь, содержащая источник ЭДС. К источнику подключено внешнее сопротивление R (см. рис.). Найдите полезную мощность P и КПД η цепи. При каком значении сопротивления R полезная мощность будет максимальной? Каким будет при этом значение КПД? Ответ: $P = E^2 \frac{R}{(R+r)^2}$, $\eta = \frac{R}{R+r}$; при $R = r$ $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}, \quad \eta = 0,5$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Три гальванических элемента с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением 0,6 Ом каждый соединили последовательно и замкнули на проводник сопротивлением 1,8 Ом. Определите силу тока в цепи. Ответ: $I = \frac{3E}{3r + R} = 1,25$ А	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Источники тока, имеющие одинаковые внутренние сопротивления $r = 1$ Ом,	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора

подключены к резисторам, каждый из которых имеет сопротивление $R = 4 \text{ Ом}$. ЭДС источника тока $E_1 = 12 \text{ В}$. Определите величину ЭДС E_2, при которой ток, протекающий через источник E_2, равен нулю. Ответ: $E_2 = \frac{R}{2r + R} E_1$ 	используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
В конце зарядки батареи аккумуляторов током I_1 присоединенный к ней вольтметр показывал напряжение U_1. В начале разрядки батареи током I_2 тот же вольтметр показывал напряжение U_2. Пренебрегая током, проходящим по вольтметру, определите внутреннее сопротивление батареи. Ответ: $r = \frac{U_1 - U_2}{I_1 + I_2}$	При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Плоский конденсатор емкостью C заполнен проводящим диэлектриком с проницаемостью ϵ и удельным сопротивлением ρ. Расстояние между пластинами равно d. Через сопротивление R конденсатор подключен к источнику постоянного тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r. Определите напряженность электрического поля в конденсаторе . Ответ: $E = \frac{\rho \epsilon_0 \epsilon}{\rho \epsilon_0 \epsilon + R + r} \cdot \frac{E}{d}$.	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Какая электрическая мощность снимается во внешней цепи с генератора, ЭДС которого E, а внутреннее сопротивление r, если КПД электрической цепи равен η? Ответ: $P = \left(1 - \eta\right) \frac{E^2}{r}$.	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача

	инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника».
Какое количество электрической энергии надо израсходовать, чтобы при электролизе раствора AgNO_3 выделилось 500 г серебра? Разность потенциалов на электродах равна 4 В. Ответ: $W = \frac{N_A m_e Z U}{\mu} = 1,78 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
Определите толщину слоя серебра, выделившегося при электролизе на катоде за время $\Delta t = 5$ мин, если за это время плотность тока на катоде равномерно (линейно) увеличивалась от значения $j_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$ до значения $j_2 = 10^4 \text{ А/м}^2$. Плотность серебра $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а его электрохимический эквивалент $k = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$. Ответ $h = \frac{j_1 + j_2}{2\rho} k \Delta t$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
Магнитогидродинамический насос для перекачки жидких (расплавленных) металлов имеет участок в виде канала квадратного сечения со стороной $a = 2 \text{ см}$, находящийся в однородном магнитном поле (см. рис.) При пропускании через боковые электроды перпендикулярно магнитному полю тока силой $I = 100 \text{ А}$ в насосе создается перепад давления $\Delta p = 0,5 \text{ кПа}$. Определите индукцию B магнитного поля.  Ответ: $B = a \Delta p / I = 0,1 \text{ Тл}$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
В однородное магнитное поле с индукцией B влетает со скоростью v частица массой m и	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в

зарядом q. Угол между вектором скорости v и вектором магнитной индукции B равен α. Как будет двигаться частица в магнитном поле? Ответ: Траектория – винтовая линия; частица движется по поверхности цилиндра радиусом $R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}$; шаг винтовой линии (расстояние, на которое смещается частица в направлении оси цилиндра за время одного оборота по окружности) $H = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{qB}$	исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Физика плазмы». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
Пучок однозарядных ионов попадает в область пространства, где имеется однородное электрическое поле с напряженностью $E = 100$ В/м и однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,02$ Тл. Электрическое и магнитное поля направлены под прямым углом друг к другу, и оба перпендикулярны пучку. Ионы проходят эти скрещенные электрическое и магнитное поля без отклонения и попадают через щель в область однородного магнитного поля с индукцией $B_1 = 0,09$ Тл, направленной перпендикулярно направлению движения ионов. Если ионы представляют собой смесь частиц с массами, равными 20 и 22 атомным единицам массы, то на каком расстоянии друг от друга эти ионы окажутся, пройдя половину окружности? Отв.: $\Delta x = \frac{2E(m_2 - m_1)}{eBB_1} = 2,3$ мм.	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Физика плазмы». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
По металлической ленте, толщина которой равна h, течет ток силой I. Лента помещена в однородное магнитное поле, индукция которого равна B и направлена перпендикулярно поверхности ленты (см. рис.). Определите разность потенциалов U между точками a и b ленты, если концентрация свободных электронов в металле равна n, e – элементарный заряд. Ответ: $U = BI / enh$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности.. Может быть использована для развития межпредметных компетенций.

Прямоугольная проволочная рамка со стороной ℓ находится в магнитном поле с индукцией B, перпендикулярном плоскости рамки. По рамке параллельно одной из ее сторон без нарушения контакта скользит с постоянной скоростью v перемычка ab, сопротивление которой равно R. Определите силу тока I через перемычку, разность потенциалов $\Delta\varphi$ между точками a и b и силу F, которую нужно приложить к перемычке для обеспечения такого движения, в случаях $a)$ и $b)$. Сопротивлением остальной части рамки, внутренним сопротивлением источника, массой перемычки и трением пренебречь. ЭДС источника $\mathcal{E}$.  Ответ: $a) I = \frac{Blv}{R}; \quad \Delta\varphi = 0; \quad F = \frac{B^2 \ell^2 v}{R}; \quad b) I = \frac{\mathcal{E} - Bv\ell}{R}; \quad \Delta\varphi = \mathcal{E};$ $F = \frac{B\ell}{R} Bv\ell - \mathcal{E}$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности.. Может быть использована для развития межпредметных компетенций
В однородном магнитном поле с индукцией B равномерно вращается с частотой ν рамка, содержащая n витков площадью S каждый. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определите максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке, а также закон изменения ЭДС во времени. В начальный момент времени плоскость рамки перпендикулярна вектору B. Ответ: $E_{\max} = 2\pi\nu nBS, \quad E_n = E_{\max} \sin(2\pi\nu t)$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
Электродвигатель постоянного тока, включенный в цепь батареи с ЭДС $\mathcal{E}_0 = 24$ В, при полном сопротивлении цепи $R = 20$ Ом делает $\nu_1 = 600$ об/мин при токе в цепи силой $I = 0,2$ А. Какую ЭДС разовьет тот же мотор, работая в качестве генератора при $\nu_2 = 1400$ об/мин?	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта.

Ответ: $E = (E_0 - IR) \frac{v_2}{v_1} = 46,7 \text{ В}$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
Плоский проволочный виток площадью S расположен в однородном магнитном поле с индукцией B так, что плоскость витка параллельна силовым линиям. Индуктивность витка L. Какую работу нужно совершить для поворота витка на 90° так, чтобы его плоскость стала перпендикулярной силовым линиям? Активным сопротивлением витка пренебречь. Ответ: $A = \frac{B^2 S^2}{2L}$	Контекстная задача, которая может быть расширена и превращена в исследовательский мини-проект введением дополнительных вопросов. При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта. Практико-ориентированная задача инженерной направленности, представляющая элемент задания по дисциплине «Электротехника». Может быть использована для развития межпредметных компетенций.
Ситуационные и контекстные задания	
При изготовлении приводных ремней для взрывоопасных производств в резину добавляют графит или металлический порошок. С какой целью? Ответ: графит и металлический порошок – хорошие проводники электрического тока. Добавление их в резину способствует стеканию зарядов и уменьшает вероятность появления искр, которые могут вызвать пожар.	Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции. Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля, так и входить в состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания межпредметного содержания, способствующие формированию
При каких условиях молниеотвод может оказаться опасным для здания? Ответ: Если он плохо заземлен.	
Можно ли изменить потенциал проводника, не касаясь его и не изменяя его заряда? Ответ: Да, изменив положение окружающих проводников.	
В участок электрической цепи включают поочередно два амперметра, причем первый показывает меньшую величину тока, чем второй. Какой амперметр вносит большие искажения в работу исходной цепи? Ответ: первый, потому что его сопротивление больше, чем у второго.	
Достаточно ли изолировать человека от Земли (например, используя резиновую обувь), чтобы исключить поражение электрическим током?	

Ответ: недостаточно. При контакте человека с двумя полюсами источника тока произойдет поражение человека электрическим током.	познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.
При измерении ЭДС старой батарейки для карманного фонарика вольтметр показал 4,3 В, однако лампочка от этой батарейки не загорелась. В чем дело? Ответ: у старого гальванического элемента внутреннее сопротивление может превышать номинальное значение.	
Подводящие провода обычно имеют большую толщину, чем спирали нагревательных приборов. Почему? Ответ: чтобы уменьшить тепловую мощность, выделяющуюся на подводящих проводах.	
Почему баллоны ламп накаливания при долгой эксплуатации изнутри покрываются темным налетом? Ответ: при нагревании вольфрама происходит его испарение с последующей конденсацией на стекле баллона.	

Тема: Колебания. Волновые процессы. Оптика.

Материал	Какие возможности он предоставляет для формирования исследовательской компетенции?
Раздаточный материал: пример 1 Кинематика гармонических колебаний. <i>Колебаниями</i> называют процессы (движения или изменения состояния), в той или иной степени повторяющиеся во времени. Систему, совершающую колебания, называют <i>колебательной системой</i>. <i>Свободными (собственными) колебаниями</i> называют колебания, которые происходят в отсутствие переменных внешних воздействий на колебательную систему и возникают вследствие какого-либо начального отклонения этой системы от состояния ее устойчивого равновесия. <i>Вынужденными колебаниями</i> называют колебания, возникшие в какой-либо системе под влиянием переменного внешнего воздействия. Колебания называют <i>периодическими</i>, если значения всех физических величин, характеризующих колебательную систему и изменяющихся при ее колебаниях, повторяются через равные промежутки времени. Наименьший промежуток времени T, удовлетворяющий этому условию, называют периодом	3) Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное) 4) Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 80 из 102

колебаний. За период колебаний T система совершает одно полное колебание. Частотой периодических колебаний называют величину $\nu = \frac{1}{T}$, равную числу полных колебаний, совершающихся в единицу времени. Циклической (круговой, в электротехнике - угловой) частотой периодических колебаний называют величину $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$, равную числу полных колебаний, совершающихся за 2π единиц времени.

При периодических колебаниях зависимость колеблющейся величины s от времени t удовлетворяет условию $s(t+T) = s(t)$.

Периодические колебания величины s называют гармоническими колебаниями, если

$$s(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ или } s(t) = A \sin(\omega t + \varphi_1), \quad (4.1.1)$$

где $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} = \text{const}$ - циклическая частота гармонических колебаний, A - максимальное отклонение колеблющейся величины от положения равновесия, называемое

амплитудой колебаний, φ_0 и $\varphi_1 = \varphi_0 - \frac{\pi}{2}$ - постоянные величины. Значение s в произвольный момент времени t определяется значением фазы колебаний $\Phi(t) = \omega t + \varphi_0$ (соответственно $\Phi_1(t) = \omega t + \varphi_1$). Величины φ_0 и φ_1 представляют собой начальные фазы колебаний, т.е. значения $\Phi(t)$ и $\Phi_1(t)$ в момент начала отсчета времени $t = 0$.

Первая и вторая производные по времени от гармонически колеблющейся величины $s(t)$ также совершают гармонические колебания той же циклической частоты:

$$\begin{aligned} \frac{ds(t)}{dt} &= \frac{d}{dt} [A \cos(\omega t + \varphi_0)] = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = \\ &= A\omega \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned} \quad (4.1.2)$$

$$\frac{d^2 s(t)}{dt^2} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi).$$

Раздаточный материал: пример 2
Динамика колебательного движения.

Если материальная точка совершает прямолинейные гармонические колебания вдоль оси координат Ox около положения равновесия, принятого за начало координат, то зависимость координаты x точки от времени t имеет вид (4.1.2), где $s = x$:

1. Напоминаем о необходимости использования физических моделей, обсуждаем принципы их построения (выделить главное, отбросить избыточное)

$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$. Проекции скорости v и ускорения a точки на ось Ox равны $v_x = -v_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$ и $a_x = -a_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$, где $v_0 = A\omega$ - амплитуда скорости, $a_0 = A\omega^2 = v_0\omega$ - амплитуда ускорения. Сила F, действующая на материальную точку, равна $F = ma$ и $F_x = -m\omega^2 x$, где m - масса материальной точки. Следовательно, сила F пропорциональна смещению материальной точки из положения равновесия и направлена в противоположную сторону: $F = -m\omega^2 x$, где i - орт оси Ox. Такая зависимость силы от смещения характерна для упругой силы. Поэтому силы иной физической природы, удовлетворяющие тому же виду зависимости, называются <i>квазиупругими</i>. Аналогичное соотношение можно получить для малых колебаний маятника с закрепленной горизонтальной осью вращения, не проходящей через центр масс маятника (<i>осью качания</i>): $M = -J\omega^2 \alpha$, где M - результирующий момент сил, приложенных к маятнику, J - его момент инерции, α - угол, характеризующий отклонение маятника от положения равновесия. M и J вычисляются относительно оси качания маятника. Кинетическая энергия материальной точки, совершающей прямолинейные гармонические колебания по закону $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, равна $W_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)$ или $W_K = \frac{1}{4}m\omega^2 A^2 [1 - \cos(2\omega t + 2\varphi_0)]$. Кинетическая энергия материальной точки совершает гармонические колебания с циклической частотой 2ω и амплитудой $\frac{1}{4}m\omega^2 A^2$ около среднего значения, равного $\frac{1}{4}m\omega^2 A^2$. Потенциальная энергия материальной точки, гармонически колеблющейся под действием квазиупругой силы, равна $W_{\Pi} = -\int_0^x F_x dx = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0),$	2. Напоминаем о необходимости четко формулировать определения используемых величин во избежание неоднозначностей и противоречий 3. Указываем на дополнительные возможности при изучении физики, которые получает исследователь, владеющий методами математического анализа
---	--

$$\begin{aligned} \text{или} \quad W_{\Pi} &= \frac{1}{4} m \omega^2 A^2 [1 + \cos(\omega t + 2\varphi_0)] = \\ &= \frac{1}{4} m \omega^2 A^2 [1 + \cos(\omega t + 2\varphi_0 + \pi)] \end{aligned}$$

Потенциальная энергия материальной точки совершает гармонические колебания с циклической частотой 2ω и амплитудой $\frac{1}{4} m \omega^2 A^2$ около среднего значения, равного

$$\frac{1}{4} m \omega^2 A^2.$$

Колебания потенциальной и кинетической энергии совершаются со сдвигом по фазе на π , так что полная механическая энергия материальной точки при гармонических колебаниях не изменяется:

$$W = W_K + W_{\Pi} = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \text{const.}$$

Дифференциальное уравнение колебаний может быть получено путем вычисления производной по времени от последнего равенства.

Во всех задачах настоящего раздела считайте, что трение отсутствует, массы пружин пренебрежимо малы, а колеблющиеся тела представляют собой материальные точки, если иное не указано в условиях задачи.

Раздаточный материал: пример 3

Сложение гармонических колебаний.

Под *сложением колебаний* понимают нахождение закона результирующих колебаний системы в тех случаях, когда эта система одновременно участвует в двух колебательных процессах. Различают два предельных случая - сложение колебаний одинакового направления и сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Первый случай реализуется и при наложении колебаний скалярных физических характеристик колебательной системы (давления, температуры, электрического заряда, тока и т.д.).

Сложение двух одинаково направленных гармонических колебаний
 $s_1(t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$ и $s_2(t) = A_2 \cos(\omega_2 t + \varphi_2)$ можно произвести, используя *метод векторных диаграмм*, состоящий в представлении гармонических колебаний в виде векторов на плоскости. Для этого из начала координат O на плоскости проводят векторы A_1 и A_2 , модули которых равны амплитудам A_1 и A_2 рассматриваемых колебаний (рис. 4.3). Эти векторы составляют с осью координат Ox углы соответственно $\Phi_1 = \omega_1 t + \varphi_1$ и $\Phi_2 = \omega_2 t + \varphi_2$, равные фазам колебаний s_1 и s_2 в данный момент времени t . С течением времени углы Φ_1 и Φ_2 увеличиваются так, что векторы A_1 и A_2 равномерно вращаются вокруг точки O с угловыми скоростями, равными циклическим частотам колебаний ω_1 и ω_2 . Соответственно проекции векторов A_1 и A_2 на горизонтальную ось Ox совершают гармонические колебания по законам $A_{1x} = s_1(t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$ и $A_{2x} = s_2(t) = A_2 \cos(\omega_2 t + \varphi_2)$.

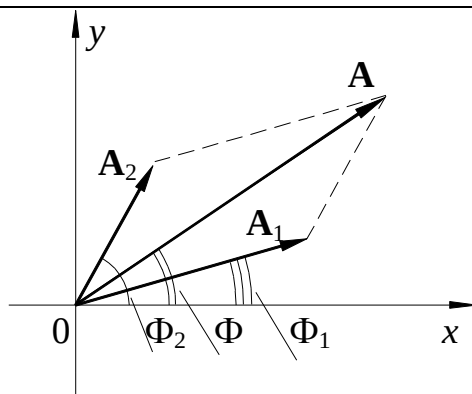


Рис. 4.3.

Резльтирующим колебаниям $s(t) = s_1(t) + s_2(t)$ соответствует вектор $\mathbf{A}(t) = \mathbf{A}_1(t) + \mathbf{A}_2(t)$, проекция которого на горизонтальную ось Ox равна $s(t)$:

$$s(t) = A(t) \cos \Phi(t).$$

По теореме косинусов

$$A(t) = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos [\Phi_2(t) - \Phi_1(t)]},$$

а

$$\operatorname{tg} \Phi(t) = \frac{A_1 \sin \Phi_1(t) + A_2 \sin \Phi_2(t)}{A_1 \cos \Phi_1(t) + A_2 \cos \Phi_2(t)}.$$

Два гармонических колебания s_1 и s_2 называют *когерентными*, если разность их фаз не зависит от времени: $\Phi_2(t) - \Phi_1(t) = \text{const}$. Очевидно, что в этом случае циклические частоты колебаний s_1 и s_2 должны быть одинаковы: $\omega_1 = \omega_2 = \omega$, а $\Phi_2(t) - \Phi_1(t) = \varphi_2 - \varphi_1$. Результирующее колебание

$$s = s_1 + s_2 = A \cos(\omega t + \varphi_0),$$

где

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}.$$

Метод векторных диаграмм наиболее эффективен для описания когерентных колебаний. При сложении взаимно перпендикулярных гармонических колебаний в плоскости xOy , происходящим по законам $x(t) = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $y(t) = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, уравнение траектории результирующего движения можно найти, исключив из выражений для x и y параметр t .

Раздаточный материал: пример 4

Затухающие и вынужденные колебания.

Затуханием колебаний называют постепенное уменьшение амплитуды колебаний, обусловленное постепенной потерей энергии колебательной системой.

Если параметры колебательной системы не изменяются в ходе процесса (т.е. система является *линейной*), то дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний имеет вид

$$\frac{d^2s}{dt^2} + 2\beta \frac{ds}{dt} + \omega_0^2 s = 0,$$

где $\beta = \text{const} > 0$ - коэффициент затухания, а ω_0 - циклическая частота свободных незатухающих колебаний той же системы. Свободные колебания материальной точки массой m в вязкой среде могут быть описаны дифференциальным уравнением

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -r \frac{dx}{dt} - kx,$$

где r - коэффициент сопротивления, k - коэффициент квазиупругой силы.

Если $\beta < \omega_0$, то затухающие колебания происходят по закону

$$s(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0),$$

где $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ - циклическая частота (условная циклическая частота) затухающих колебаний, а постоянные A_0 и φ_0 определены начальными условиями.

Величину $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}$ называют *периодом (условным периодом)*, а величину

$A(t) = A_0 e^{-\beta t}$ - *амплитудой затухающих колебаний* (A_0 - начальная амплитуда).

Промежуток времени $\tau = \frac{1}{\beta}$, в течение которого амплитуда затухающих колебаний

уменьшается в e раз, называют *временем релаксации*.

Логарифмическим декрементом затухания называют безразмерную величину λ , определенную выражением

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)}.$$

Логарифмический декремент затухания удовлетворяет соотношениям $\lambda = \beta T = \frac{1}{N}$, где

N - число колебаний, в течение которых амплитуда уменьшается в e раз.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки, происходящих вдоль оси Ox под действием внешней *вынуждающей (возмущающей)* силы $F(t)$, имеет вид

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -r \frac{dx}{dt} - kx + F_x(t).$$

Если вынуждающая сила гармонически зависит от времени, т.е. $F_x(t) = F_0 \cos \Omega t$, то решение уравнения вынужденных колебаний имеет вид

$$x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0) + A \cos(\Omega t - \alpha),$$

где постоянные A_0 и φ_0 определены начальными условиями, $A = \frac{F_0 / m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + (2\beta\Omega)^2}}$

- амплитуда вынужденных колебаний, $\tan \alpha = \frac{2\beta\Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2}$.

Уравнение установившихся вынужденных колебаний имеет вид

$$x(t) = A \cos(\Omega t - \alpha).$$

Амплитуда смещения в случае установившихся вынужденных колебаний достигает максимума при циклической частоте колебаний $\Omega_p = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} = \sqrt{\omega^2 - \beta^2}$ (резонансная частота). Максимальная (резонансная) амплитуда равна

$$A_p = A(\Omega_p) = \frac{F_0}{2m\beta\omega} = \frac{\pi F_0}{m\lambda\omega^2}.$$

Раздаточный материал: пример 5
Механические волны.

Уравнение *плоской гармонической волны*, распространяющейся в непоглощающей среде вдоль положительного направления оси Ox имеет вид

$$s(x, t) = A \sin \left(\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right) = A \sin \left(\omega t - kx + \varphi_0 \right).$$

Уравнение *сферической гармонической волны*, распространяющейся в непоглощающей среде из начала координат, имеет вид

$$s(\mathbf{r}, t) = \frac{A_0}{r} \cos \left(\omega t - kr + \alpha_0 \right).$$

Здесь $s(\mathbf{r}, t)$ - смещение частиц среды, $A = \text{const}$ - амплитуда колебаний, называемая

амплитудой плоской волны, $A(\mathbf{r}) = \frac{A_0}{r}$ - амплитуда сферической волны, A_0 - физическая

величина, численно равная амплитуде сферической волны на единичном расстоянии от ее центра, α_0 - начальная фаза колебаний в центре волны, ω - циклическая (круговая) частота волны, $T = 2\pi/\omega$ - период колебаний, φ_0 - начальная фаза колебаний в координатной плоскости $x = 0$, v - скорость распространения гармонических колебаний в

среде (фазовая скорость), $k = \frac{\omega}{v}$ - волновое число. Величину $\Phi(\omega t - kx + \varphi_0)$

(соответственно $\Phi(\omega t - kr + \alpha_0)$) называют фазой гармонической волны.

Расстояние $\lambda = vT = \frac{2\pi}{k}$, на которое распространяется гармоническая волна за время,

равное периоду колебаний, называют *длиной волны*. Длина волны равна расстоянию между двумя ближайшими точками среды, в которых разность фаз колебаний равна 2π .

При наложении двух когерентных бегущих плоских волн вида $s_1(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$

и $s_2(x, t) = A \cos(\omega t + kx + \varphi_0)$, где φ_0 - разность фаз волн в точках $x = 0$, образуется *плоская стоячая волна*, описываемая уравнением

$$s(x, t) = s_1(x, t) + s_2(x, t) = 2A \cos \left(kx + \frac{\varphi_0}{2} \right) \cos \left(\omega t + \frac{\varphi_0}{2} \right).$$

Амплитуда стоячей волны равна

$$A_{\text{ст}} = 2A \left| \cos \left(kx + \frac{\varphi_0}{2} \right) \right|.$$

Точки, в которых $A_{\text{ст}} = 0$, называют *узлами стоячей волны*, а точки, в которых амплитуда $A_{\text{ст}}$ максимальна, называют *пучностями стоячей волны*. Расстояния между двумя соседними узлами и между двумя соседними пучностями одинаковы и равны

половине длины волны λ бегущих волн. Эту величину называют длиной стоячей волны: $\lambda_{\text{ст}} = \lambda/2$.

Если источник звуковых волн удаляется от приемника со скоростью v_1 (относительно среды), направленной вдоль соединяющей их прямой, а приемник движется по направлению к источнику со скоростью v_2 (относительно среды), то частота ν регистрируемых приемником звуковых колебаний равна $\nu = \nu_0 \frac{u + v_2}{u + v_1}$, где ν_0 - частота колебаний источника, u - скорость распространения звука в среде (*эффект Доплера*).

Фазовая скорость продольных волн в твердом теле равна $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, где E - модуль Юнга, ρ - плотность вещества.

Фазовая скорость продольных волн (звука) в идеальном газе равна $v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma R \Theta}{\mu}}$,

где $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ - показатель адиабаты (C_p и C_v - молярные теплоемкости газа при постоянном давлении и постоянном объеме), p - давление, ρ - плотность, μ - молярная масса газа, Θ - его абсолютная (термодинамическая) температура, R - универсальная газовая постоянная.

В задачах настоящего раздела скорость звука в воздухе считайте равной $u = 340$ м/с, если условиями задачи не предусмотрено иное.

Раздаточный материал: пример 6

Отражение света.

Закон отражения света: луч, падающий на границу раздела сред, нормаль, восстановленная к границе раздела сред в точке падения луча, и отраженный луч лежат в одной плоскости; угол отражения луча равен углу падения.

Угол падения и угол отражения отсчитываются от нормали, восстановленной к границе раздела сред в точке падения луча.

Сферическое зеркало

Центр сферы, часть которой образует поверхность зеркала, называют *центром кривизны* (*оптическим центром*) зеркала C ; радиус R этой сферы называют радиусом зеркала; на рис. 5.2а показано вогнутое, на рис. 5.2б - выпуклое сферическое зеркало. Вершину шарового сегмента называют *полюсом* зеркала. Прямую, соединяющую центр кривизны с полюсом O зеркала, называют *главной оптической осью* зеркала. Другие прямые, проходящие через центр кривизны, называют *побочными осями*.

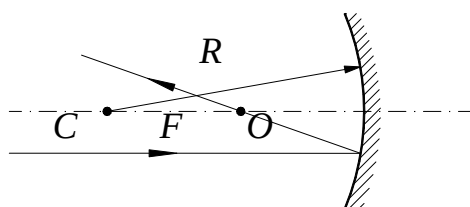


Рис. 5.2а.

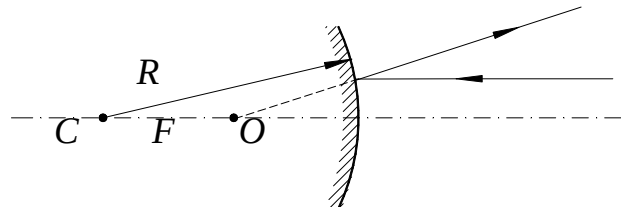


Рис. 5.2б.

Если параллельные лучи падают на зеркало вдоль его главной оптической оси, то после

отражения от зеркала сами лучи (в случае вогнутого зеркала) или их продолжения (в случае выпуклого зеркала) пересекутся в *главном фокусе* зеркала F . Расстояние от полюса зеркала до его главного фокуса называют фокусным расстоянием зеркала и обозначают F . Фокусное расстояние выпуклого зеркала удобно считать отрицательным. Заметим, что в точку F фокусируются только те лучи, которые проходят достаточно близко от оси, - так называемые *параксиальные* лучи. Для них $|F| = \frac{R}{2}$.

Формула сферического зеркала:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F},$$

где d - расстояние от точечного источника света до зеркала, f - расстояние от зеркала до изображения точечного источника. Отрицательные значения d или f соответствуют мнимым источникам или мнимым изображениям.

Линейное увеличение k предмета, определяемое отношением размера изображения к размеру предмета (в направлении, перпендикулярном главной оптической оси зеркала) определено формулой

$$k = \left| \frac{f}{d} \right|,$$

где d - расстояние от предмета до зеркала, f - расстояние от зеркала до изображения предмета.

В задачах настоящего раздела рассматриваются только лучи, составляющие с главной оптической осью зеркала малые углы (предполагается, что зеркало представляет собой малый сегмент сферы).

Раздаточный материал: пример 7

Преломление света.

Отношение скорости распространения света в вакууме c к скорости распространения света в среде v называют абсолютным показателем преломления (показателем преломления) n данной среды:

$$n = \frac{c}{v}.$$

Закон преломления света: луч, падающий на границу раздела сред с абсолютными показателями преломления n_1 и n_2 , нормаль, восстановленная к границе раздела сред в точке падения луча, и преломленный луч лежат в одной плоскости; отношение синусов углов падения α и преломления β равно обратному отношению показателей преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1};$$

Величину $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ называют относительным показателем преломления второй среды

по отношению к первой.

Угол падения и угол преломления отсчитываются от нормали, восстановленной к границе раздела сред в точке падения луча.

В задачах настоящего раздела считайте показатель преломления стекла равным $n_c = 1,6$; показатель преломления воды $n_v = 1,3$, показатель преломления воздуха - равным единице.

Раздаточный материал: пример 8

Тонкие линзы.

Будем рассматривать только тонкие линзы, толщина которых мала по сравнению с радиусами кривизны R_1 и R_2 ограничивающих линзу сферических поверхностей. Полюсы этих сферических поверхностей можно считать совпадающими в одной точке, которую называют *оптическим центром линзы*. Прямую, проходящую через оптический центр и центры кривизны сферических поверхностей, называют *главной оптической осью* линзы. Остальные прямые, проходящие через центр линзы, называют *побочными оптическими осями* линзы. Лучи, проходящие через оптический центр линзы, не меняют направления распространения при прохождении через линзу.

Точка F , в которой пересекаются после преломления лучи, падающие на линзу пучком, параллельным главной оптической оси, (или продолжения этих лучей) называется *фокусом* линзы, а плоскость, проходящая через фокус и перпендикулярная главной оптической оси, называется *фокальной плоскостью*. Расстояние между оптическим центром и фокусом называют *фокусным расстоянием* линзы, обозначая его F ; фокусное расстояние рассеивающей линзы удобно считать отрицательным.

Величину D , обратную фокусному расстоянию, называют оптической силой линзы. Она равна

$$D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где n - показатель преломления материала линзы по отношению к среде, в которой линза находится; R_1 и R_2 - радиусы кривизны ограничивающих линзу поверхностей (для вогнутых поверхностей радиусы кривизны принято считать отрицательными, для выпуклых - положительными).

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F},$$

где d - расстояние от предмета до линзы, f - расстояние от линзы до изображения предмета. Отрицательные значения d или f соответствуют мнимым источникам или мнимым изображениям.

Линейное увеличение k предмета, определяемое отношением размера изображения к размеру предмета (в направлении, перпендикулярном главной оптической оси линзы) определено формулой

$$k = \left| \frac{f}{d} \right|,$$

где d - расстояние от предмета до линзы, f - расстояние от линзы до изображения предмета.

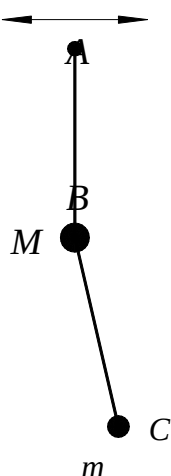
Задачи повышенной сложности

Определите амплитуду и период гармонических колебаний тела, если на расстояниях x_1 и x_2 от положения равновесия скорость тела равна соответственно v_1 и v_2 . Ответ:

$$A = \sqrt{\frac{x_1^2 v_2^2 - x_2^2 v_1^2}{v_2^2 - v_1^2}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{x_1^2 - x_2^2}{v_2^2 - v_1^2}}$$

При решении задачи акцентируется внимание на важности выбора используемой модели изучаемого объекта, а также точности использования терминов и определений. Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

К маятнику AB с шариком массой M подвешен маятник BC с шариком массой m . Точка A совершает колебания в горизонтальном направлении с периодом T . Определите длину L нити BC , если известно, что нить AB все время остается вертикальной. Ответ: $L = \left(1 + \frac{m}{M}\right) \frac{gT^2}{4\pi^2}$.



Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

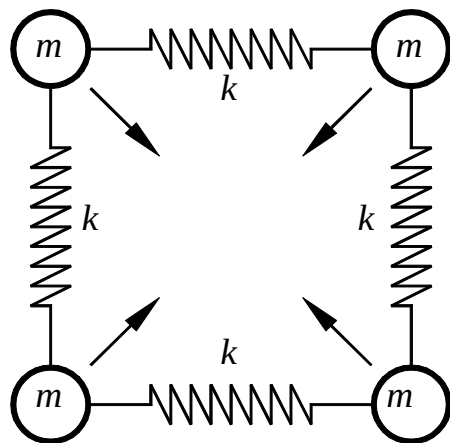
Однородную по длине пружину жесткости k разрезали на две части так, что отношение их длин равно n . С помощью получившихся двух пружин небольшое тело массы m закрепили между двумя стенками так, что обе пружины оказались недеформированными. Пренебрегая массой пружин и силой тяжести, найдите период малых колебаний данного тела.

Влияние силы трения не учитывать. Ответ.: $T = 2\pi \sqrt{\frac{nm}{(n+1)^2 k}}$

Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

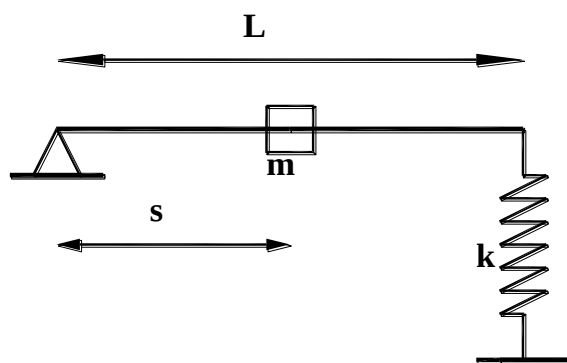
Четыре недеформированных пружинки длиной L_0 и жесткостью k каждая соединены в квадрат, в вершинах которого закреплены шарики массой m каждый. Шарикам одновременно толчком сообщают одинаковые по модулю скорости, направленные к центру квадрата. Определите циклическую частоту ω колебаний системы. Трением и массой пружин пренебречь.

Ответ: $\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}}$.



Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

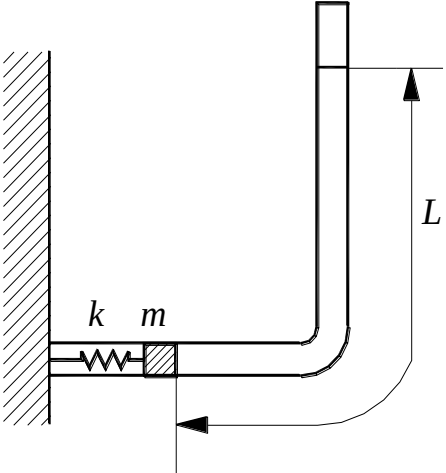
Невесомая штанга длины L одним концом закреплена в шарнире, а другим опирается на пружину. На расстоянии $s = L/2$ от шарнира на штанге закреплен груз массы m . Период малых колебаний штанги равен T . Определить жесткость пружины k . Ответ: $k = \frac{\pi^2 m}{T^2}$



Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

Система, состоящая из пружины, поршня и столба жидкости длиной L , выведена из состояния покоя и затем совершает свободные колебания. Пренебрегая трением, определите период этих колебаний, если масса поршня m , площадь поперечного сечения трубы S , плотность жидкости ρ . Жесткость пружины равна k . Ответ: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m + \rho LS}{k + \rho g S}}$.

Практико-ориентированная задача, являющаяся элементом заданий по инженерной дисциплине «Теоретическая механика»

	
Радиолокатор работает на длине волны $\lambda = 15$ см и испускает импульсы с частотой $\nu = 4$ кГц. Длительность каждого импульса $t = 2$ мкс. Расстояние до цели определяется по времени прихода отраженного импульса. Какова наибольшая дальность $L_{\max}$ обнаружения цели? Сколько колебаний N содержится в одном импульсе? Ответ: $L_{\max} = 37,5$ км; $N = 4000$ колебаний	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. При составлении задачи использованы реальные данные.
Самолет летит горизонтально на высоте $H = 4$ км со сверхзвуковой скоростью. Звук дошел до наблюдателя через $t = 10$ с после того, как над ним пролетел самолет. Определите скорость v самолета, если скорость звука $v_0 = 330$ м/с. Ответ: $v = \frac{Hv_0}{\sqrt{H^2 - v_0^2 t^2}} = 583$ м/с	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. При составлении задачи использованы реальные данные.
Источник света находится на расстоянии L от экрана. Между источником и экраном располагается тонкая собирающая линза. При двух положениях линзы, расстояние между которыми равно b, линза дает четкое изображение на экране. Определите фокусное расстояние линзы. Ответ: $F = \frac{L^2 - b^2}{4L}$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей.
Предмет находится на расстоянии a от переднего фокуса линзы, а экран, на котором получилось четкое изображение предмета, расположен на расстоянии b от заднего фокуса линзы. Определите увеличение линзы. Ответ: $k = \frac{H}{h} = \sqrt{\frac{b}{a}}$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей.
Чему равно наименьшее возможное расстояние S_0 между предметом и его действительным изображением, создаваемым с помощью собирающей линзы с фокусным расстоянием F?	Практико-ориентированная задача инженерной

Ответ: $S_0 = 4F$	направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей.
Лучи, идущие от предмета АВ, проходят через линзы 1 и 2. Если оставить только линзу 1, то коэффициент увеличения $k_1 = 2$, а если оставить только линзу 2, то коэффициент увеличения станет $k_2 = 3$. Какой коэффициент увеличения k_{12} создают эти линзы вместе? Предмет АВ находится левее главных фокусов линз 1 и 2. Ответ: $k_{12} = \frac{k_1 k_2}{k_1 k_2 + k_1 + k_2}$.	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей.
Найдите наибольший порядок спектра красной линии лития с длиной волны 671 нм, если период дифракционной решетки 0,01 мм. Ответ: $k_{\max} = \left[\frac{d}{\lambda} \right] = 14$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей.
На дифракционную решетку с периодом d нормально падает пучок монохроматического света. Определите длину световой волны, если угол между дифракционными максимумами третьего и второго порядков равен $\Delta\varphi$. Отв.: $\lambda = \frac{d \sin \Delta\varphi}{\sqrt{k_1^2 + k_2^2 - 2k_1 k_2 \cos \Delta\varphi}}$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей.
На установку для получения колец Ньютона падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм). Определите толщину воздушного слоя h там, где наблюдается пятое темное кольцо. Ответ: $h = 2,5\lambda = 1,25$ мкм	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей. Интерферометрические методы используются в современной

	дефектоскопии для контроля качества обработки поверхностей.
В тонкой клинообразной пластинке в отраженном свете при нормальном падении лучей с длиной волны $\lambda = 450$ нм наблюдаются темные интерференционные полосы, расстояние между которыми $b = 1,5$ мм. Найдите угол θ между гранями пластинки, если ее показатель преломления $n = 1,5$. Ответ: $\theta \approx \operatorname{tg} \theta \approx \frac{\lambda}{2nb} \approx 10^{-4} \approx 20''$	Практико-ориентированная задача инженерной направленности. Получаемые навыки используются при обучении студентов оптических специальностей. Интерферометрические методы используются в современной дефектоскопии для контроля качества обработки поверхностей.
Ситуационные и контекстные задания	
С какой целью все вибрирующие установки высотных зданий (электродвигатели и др.) ставятся на специальные резиновые или металлические амортизаторы? Ответ: чтобы исключить передачу колебаний каркасу здания.	Анализируя ответ на задание одного из этих типов, можно сделать вывод о сформированности у учащихся не только когнитивной (знание основных законов физики), но и деятельностной (умение применять знания на практике) и мотивационной (развитие познавательного интереса, осознание ценности полученных знаний для решения задачи в конкретной ситуации) составляющей общекультурной компетенции. Контекстные и ситуационные задания могут использоваться как задания для текущего контроля,
Для чего смычки струнных инструментов перед игрой натирают канифолью? Ответ: Чтобы увеличить трение смычка о струну и улучшить условия возбуждения колебаний струны.	
Если поставить на стол звучащий камертон, то звук заметно усиливается. Не противоречит ли это закону сохранения энергии? Ответ: Не противоречит. Громкость звука усиливается за счет сокращения его продолжительности. Энергия камертона расходуется на создание вынужденных колебаний в крышке стола.	
Зачем полый корпус скрипки делают фигурным? Ответ: для расширения спектра собственных частот. В этом случае звук воспринимается слушателем как более «богатый».	
Почему в цехах с рассеянным освещением работать труднее, чем при направленном освещении? Ответ: при рассеянном освещении нет резких теней, и сложнее судить о формах предметов.	
Почему вода в виде тумана (облака) непрозрачна? Ответ: непрозрачность обусловлена рассеянием света в неоднородной среде. При каждом переходе света из одной среды в другую происходит частичное отражение света.	
Во время фотографирования на объектив фотоаппарата села муха. Появится ли ее изображение на фотографии?	

Ответ: Нет. Муха, закрыв часть объектива, не изменит формы и размера изображения, и будет работать как дополнительная диафрагма. Световой поток, формирующий изображение, при этом уменьшится.	так и входить в состав контрольных мероприятий. Также их можно использовать для самостоятельной домашней работы. В этом случае выполнение контекстного задания стимулирует учащихся к самостоятельному поиску необходимой для их выполнения информации. Особенно ценны интегрированные задания междисциплинарного содержания, способствующие формированию познавательных мотивов и стимулирующие учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности.
---	--

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего (полного) общего образования, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413, изучение предметной области «Естественные науки» должно обеспечить:

- сформированность основ целостной научной картины мира;
- формирование понимания взаимосвязи и взаимозависимости естественных наук; сформированность понимания влияния естественных наук на окружающую среду, экономическую, технологическую, социальную и этическую сферы деятельности человека;
- создание условий для развития навыков учебной, проектно-исследовательской, творческой деятельности, мотивации обучающихся к саморазвитию;
- сформированность умений анализировать, оценивать, проверять на достоверность и обобщать научную информацию;

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 95 из 102

- сформированность навыков безопасной работы во время проектно-исследовательской и экспериментальной деятельности, при использовании лабораторного оборудования.

Предметные результаты изучения предметной области «Естественные науки» включают предметные результаты изучения учебных предметов:

«Физика» (базовый уровень) – требования к предметным результатам освоения базового курса физики должны отражать:

- 1) сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- 2) владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой;
- 3) владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- 4) сформированность умения решать физические задачи;
- 5) сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- 6) сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

«Физика» (углубленный уровень) – требования к предметным результатам освоения углубленного курса физики должны включать требования к результатам освоения базового курса и дополнительно отражать:

- 1) сформированность системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;
- 2) сформированность умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями;
- 3) владение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;
- 4) владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;
- 5) сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

Обучение учащихся инженерных классов в физическом практикуме позволяет в ходе решения перечисленных задач сформировать необходимую абитуриенту технического университета исследовательскую компетенцию. Физический практикум предоставляет для этого уникальные условия.

	Этапы работы	Формируемые исследовательские компетенции
--	--------------	---

1	Изучение теоретической части работы, подготовка конспекта	Получение теоретических физических знаний в определенной области. знаний о структуре проектной и исследовательской деятельности, умение осуществлять сбор и анализ необходимой информации. <u>Рекомендуется:</u> развивать навыки целополагания в процессе экспериментального исследования, формулировать проверяемые гипотезы.
2	Знакомство с лабораторным оборудованием, подготовка к проведению измерений, измерения, запись результатов	Умение планировать деятельность, осуществлять сбор и анализ необходимой информации. Умение осуществлять коммуникацию с соучениками при совместном выполнении работы и с учителем. <u>Рекомендуется:</u> фиксировать внимание учащегося на необходимости проводить оперативный анализ эксперимента в ходе его проведения, развивая образные представления о предмете исследования
3	Обработка результатов	Умение осуществлять количественный анализ полученных экспериментальных данных, представлять результаты исследования. <u>Рекомендуется:</u> активно развивать междисциплинарные связи, используя предметные результаты, полученные при освоении предметных циклов «Математика и информатика» и «Естественные науки»

4	Обсуждение результатов исследования	Умение проверять гипотезы, анализировать причинно-следственные связи, критически осмысливать полученные результаты. <u>Рекомендуется:</u> при обсуждении результатов стимулировать развитие социально-личностных компетенций, представляющих ценность для работы исследователя.
---	-------------------------------------	--

При организации работы школьного лабораторного практикума целесообразно использовать опыт, накопленный в ведущих технических университетах Российской Федерации, связанный с переходом от «педагогике знаний» к «педагогике компетенций».

При этом важно учитывать преемственность средней и высшей школы: выпускник инженерного класса средней школы должен получать совокупность компетенций, обеспечивающих его наиболее эффективное взаимодействие с образовательной средой вуза.

Часть компетенций, в настоящее время формируемых в техническом университете при подготовке инженера, может быть по крайней мере частично сформирована в стенах школы при обучении школьника в инженерном классе.

Основной задачей, стоящей перед техническими университетами России, является формирование инженерного корпуса, способного на создание и развитие высокотехнологичной инновационной экономики. Основной путь решения этой задачи – организация практикоориентированного обучения, опирающегося на фундаментальную естественнонаучную и общеинженерную подготовку.

При организации лабораторного практикума по дисциплинам естественнонаучного цикла следует иметь в виду складывающуюся в последнее время в мировой практике тенденцию к максимальному сближению учебных и практических задач.

Организация лабораторного практикума по естественнонаучным дисциплинам должна осуществляться исходя из компетентностного подхода к подготовке специалистов. Проектирование образовательного процесса в лабораторном практикуме по конкретной дисциплине должно включать следующие шаги:

- изучение ФГОС с точки зрения анализа компетенций;
- изучение профессиональных стандартов, определяющих трудовые функции будущих выпускников университета;
- разработку программы учебной дисциплины, учитывающее возможность формирования компетенций, предусмотренных ФГОС; при этом следует учитывать связи между общекультурными, профессиональными и дисциплинарными компетенциями;
- формирование циклов лабораторных работ;
- формирование методического обеспечения, стимулирующего студентов к приобретению навыков самостоятельной работы, включая обучающие и контролирующие информационные системы;
- формирование системы контроля полученных дисциплинарных компетенций;

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 98 из 102

- создание в университете в целом и лабораториях физического практикума в частности обучающей среды.

Анализ образовательных стандартов, реализуемых в Московском государственном техническом университете им. Н.Э.Баумана, показал, что при организации лабораторного практикума по естественнонаучным дисциплинам могут успешно формироваться

- компетенции общепрофессиональной деятельности;
- компетенции проектно-конструкторской деятельности;
- компетенции в области научно-исследовательской деятельности;
- компетенции в области экспериментальной деятельности;
- компетенции в области технико-эксплуатационной деятельности.

От выпускника технического университета, вне зависимости от конкретного направления подготовки, ожидается способность и готовность

- участвовать в разработке технического задания и программы проведения экспериментальных работ;
- выполнять измерения и проводить наблюдения,
- составлять описания исследований,
- обрабатывать и анализировать полученные результаты исследований, составлять по ним технические отчёты и оперативные документы, технические справки и другие сведения, готовить данные и материалы для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- способность самостоятельно осваивать современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней; понимать устройство, работу и процессы, происходящие в технических изделиях.

Учитывая методический опыт, наработанный в последнее десятилетие в российской высшей школе, следует считать, что создание современного школьного физического практикума предполагает создание методического обеспечения, включающего как методические указания для школьников по выполнению лабораторных работ, так и методические разработки для преподавателей, описывающие учебные действия по формированию исследовательских компетенций в ходе каждой работы практикума.

Выполнение учащимся лабораторной работы в настоящее время не может сводиться только к выполнению некоторых действий и изучению конкретных явлений, то есть к формированию знаний, умений и навыков, как это предусматривалось образовательными стандартами второго поколения.

В настоящее время лабораторный практикум должен готовить обучающегося к определенным видам деятельности, предусмотренным стандартами подготовки специалистов, в том числе – формировать у студентов социально-личностные компетенции, обеспечивающие в дальнейшем выпускнику вуза способность к успешному профессиональному самообразованию в течение всей его последующей профессиональной деятельности.

При модернизации задач школьного физического практикума целесообразно обращаться к методическому опыту, накопленному в стенах технических университетов.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Приложение 4.15 к Мероприятию 4. Учебно-методическое пособие к программе «Прикладная физика. Современные тенденции профессионального обучения» стр. 99 из 102

Основная:	1. Власова Е.А., Ирьянов Н.Я., Паршев Л.П., Струков Ю.А., Шишкина С.И. Олимпиада школьников «Шаг в будущее» Физика, математика. Демонстрационные варианты и задания для тренировки. Тематический сборник информационно-методических и образовательных материалов. - М.: Изд-во МГТУ, 2011. 2. Гольдфарб Н.И. Физика. Задачник: 10-11 классы. – 16-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2012. — 400 с. 3. Баканина Л. П., Белонучкин В. Е., Козел С. М. Сборник задач по физике: Для 10-11 классов с углублённым изучением физики / под ред. Козел С. М.. — М.: Вербум-М, 2003. – 263 с. 4. Белолипецкий С.Н., Еркович О.С., Казаковцева В.А., Цвезинская Т.С. Задачник по физике/под ред. О.С. Еркович. – М.: Физматлит. – 2014. – 368 с. 5. Кириллов И., Луценко А.И., Струков Ю., Хорохоров А., Физика. Учебное пособие для поступающих в вузы. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013 г., 368 стр. 6. Турчина Н. В., Рудакова Л. И., Суров О.И. Физика:3800 задач для школьников и поступающих в вузы/ М.: Дрофа, 2000 г. -672 с 7. Н.Н. Двумичанская. Компетентностный подход к обучению естественнонаучным дисциплинам в техническом профессиональном образовании. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 188 с. 8. Скарбич С. Н. Формирование исследовательских компетенций учащихся в процессе обучения решению планиметрических задач . – 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 194 с.
Дополнительная	1.Боровой А.А., Захаров Л.Н., Финкельштейн Э.Б., Херувимов А.Н. Механика. Теория и задачи. – М.: Наука, 1967. 2. Павленко Ю.Г. Физика. Ответы на вопросы. Теория и примеры решения задач. – М.: Федеративная книга – торговая компания, 1999. 3. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Физика. Тесты 7-9 классы, 10-11 классы. – М.: Дрофа, 2000. 4. Меледин Г.В. Физика в задачах – М.: Наука, 1989. – 270 с. 5. Андреев А.Г., Гладков Н.А., Мартинсон Л.К., Струков Ю.А. Конкурсные задачи по физике. Пособие для поступающих в вузы. – М.: Изд-во МГТУ, 1993. – 98 с. 6. Низамов И.М. Задачи по физике с техническим содержанием. - М.: Просвещение, 1980. – 96 с. 7. А.В, Аганов, Р.К. Сафиуллин, А.И. Скворцов, Д.А. Таюрский. Физика вокруг нас. Качественные задачи по физике. – М.: Дом Педагогики, 1998. – 336 с. 8. Джанколи Д. Физика: в 2-х томах. – М.: Мир, 1989. – 1328 с.
Интернет ресурсы	1. http://www.fn.bmstu.ru/index.php/home/fn4 Сайт кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2. http://elementy.ru – Популярный сайт о фундаментальной науке. Научная библиотека. Новости науки. Научные конференции, лекции, олимпиады. 3. http://www.gomulina.orc.ru/ – Виртуальный методический

	кабинет учителя физики и астрономии 4. http://www.fizika.ru/ - Сайт для учащихся и преподавателей физики 5. http://www.it-n.ru/communities.aspx?cat_no=5500&tmpl=com – Сообщество учителей физики 6. http://physics.nad.ru/ – Анимация физических процессов 7. http://astronom-ntl.narod.ru – Астрономия и физика на ладони 8. http://experiment.edu.ru/ – Коллекция Российского общеобразовательного портала: естественнонаучные эксперименты 9. http://marklv.narod.ru/mkt/ – Львовский М.Б. Уроки по молекулярной физике 10. http://kvant.mccme.ru/rub/7B.htm – Задачи по физике: задачник журнала "Квант" 11. http://nuclphys.sinp.msu.ru/ – Ядерная физика в Интернете 12. http://www.physbook.ru/ – Сайт учителей физики, обмен опытом работы 13. http://lib.chistopol.net/library/subcategory/38.html – Публичная Электронная Библиотека. Раздел "Физика" 14. http://www.physics-regelman.com/ - обучающие тесты по физике 15. http://olympiads.mccme.ru/mfo - Московская олимпиада школьников по физике 16. , www.fipi.ru – Федеральный институт педагогических измерений 17. http://rosolymp.ru Информационный портал Всероссийской олимпиады школьников 18. http://www.fizolimpiada.ru – Образовательный портал «Олимпиады» 19. http://sciam.ru/ - журнал «В мире науки» 20. http://www.ras.ru/publishing/nature.aspx - журнал «Природа» 21. Издательский дом «Первое сентября» – Режим
--	---

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 07 мая 2012 г. N 594 «О Президентской программе повышения квалификации инженерных кадров на 2012 - 2014 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/15223>
2. Похолков Ю. П. , Рожкова С. В. , Толкачева К. К. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути их решения // Проблемы управления в социальных системах. - 2012 - Т. 4 - №. 7 - С. 6-15

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".
2. Приказ Минобрнауки России от 6 октября 2009 г. № 373 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования».
3. Приказ Минобрнауки России от 26 ноября 2010 г. № 1241 "О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 октября 2009 г. № 373".
4. Приказ Минобрнауки России от 22 сентября 2011 г. № 2357 "О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 6 октября 2009 г. № 373".