

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Усынин Максим Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 25.05.2025 16:31:04  
Уникальный программный ключ:  
f498e59e83f65dd7c3ce7bb8a25cbbabb33ebc58

**Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Международный Институт Дизайна и Сервиса»  
(ЧОУВО МИДиС)**

Кафедра математики и информатики

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
СОО.01.11 ФИЗИКА**

Специальность: 38.02.08 Торговое дело  
Направленность (профиль): Предпринимательство и Интернет-маркетинг  
Квалификация выпускника: Специалист торгового дела  
Уровень базового образования обучающегося: Основное общее образование  
Форма обучения: Очная  
Год набора: 2026

Автор – составитель: Завьялов О.Г.

Челябинск 2026

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Паспорт фонда оценочных средств .....	3
1.1. Область применения .....	3
1.2. Планируемые результаты .....	3
1.3. Показатели оценки результатов обучения .....	4
2. Задания для контроля и оценки результатов .....	14
3. Критерии оценивания .....	38

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

### 1.1. Область применения

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся (далее – Фонд оценочных средств) предназначен для проверки результатов освоения учебной дисциплины СОО.01.11 Физика основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования (далее – образовательная программа) по специальности 38.02.08 Торговое дело, направленность Предпринимательство и Интернет-маркетинг.

Форма промежуточной аттестации по семестрам.

Семестр	Форма аттестации
второй	Зачет с оценкой

### 1.2. Планируемые результаты освоения компетенций

Освоение содержания общеобразовательной учебной дисциплины СОО.01.11 Физика обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

Код и наименование формируемых компетенций	Планируемые результаты освоения дисциплины	
	Общие	Дисциплинарные
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	<p>Личностные результаты должны отражать в части трудового воспитания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;</li> <li>- готовность к активной деятельности технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;</li> <li>- интерес к различным сферам профессиональной деятельности,</li> <li>- готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;</li> </ul> <p>Метапредметные результаты должны отражать:</p> <p>Овладение универсальными учебными познавательными действиями:</p> <p>а) базовые логические действия: самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне; устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и</p>	<p>ПРБ 1. Сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;</p> <p>ПРБ 2. Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов, равномерное и равноускоренное</p>

	<p>обобщения; определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения; выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях</p> <p>б) базовые исследовательские действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем;</li> <li>- выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;</li> <li>- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;</li> <li>- уметь переносить знания в познавательную и практическую части жизнедеятельности;</li> <li>- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;</li> <li>- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения;</li> <li>- проявлять способность их использования в познавательной и социальной практике</li> </ul>	<p>прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твердых тел, изменение объема тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света; фотоэлектрический эффект, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность;</p> <p>ПРБ 3. Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы (связанными с механическим движением, взаимодействием тел, механическими колебаниями и волнами; атомно-</p>
--	--	---

		<p>молекулярным строением вещества, тепловыми процессами; электрическим и магнитным полями, электрическим током, электромагнитными колебаниями и волнами; оптическими явлениями; квантовыми явлениями, строением атома и атомного ядра, радиоактивностью); владение основополагающими астрономическими понятиями, позволяющими характеризовать процессы, происходящие на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движение небесных тел, эволюцию звезд и Вселенной;</p> <p>ПРБ 4. Владение закономерностями, законами и теориями (закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчета; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля - Ленца, закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада); уверенное</p>
--	--	--

		<p>использование законов и закономерностей при анализе физических явлений и процессов;</p> <p>ПРБ 6. Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования;</p> <p>сформированность представлений о методах получения научных астрономических знаний;</p> <p>ПРБ 7. Сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для ее решения, проводить расчеты и оценивать реальность полученного значения физической величины; решать качественные задачи, выстраивая логически</p>
--	--	--

		непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<p>Личностные результаты должны отражать в части ценности научного познания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;</li> <li>- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;</li> </ul> <p>Метапредметные результаты должны отражать:</p> <p>Овладение универсальными учебными познавательными действиями:</p> <p>в) работа с информацией:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;</li> <li>- использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности</li> </ul>	<p>ПРБ 5. Умение учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчета, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твердых тел, точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач;</p> <p>ПРБ 9. Сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации</p>
ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное	<p>Личностные результаты должны отражать в части духовно-нравственного воспитания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность оценивать ситуацию и принимать</li> </ul>	<p>ПРБ 9. Сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, умений</p>

<p>развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях</p>	<p>осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;  -осознание личного вклад в построение устойчивого будущего;  Метапредметные результаты должны отражать:  Овладение универсальными регулятивными действиями:  а) самоорганизация:  - самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;  - самостоятельно составлять план решения проблемы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;  б) самоконтроль:  использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;  - уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению</p>	<p>использовать цифровые технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации; развитие умений критического анализа получаемой информации</p>
<p>ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде</p>	<p>Личностные результаты должны отражать в части ценности научного познания:  -овладение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности;  Метапредметные результаты должны отражать:  Овладение универсальными коммуникативными действиями:  б) совместная деятельность:  - понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;  - выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;  - принимать цели совместной деятельности, организовывать и</p>	<p>ПР6 10. Овладение умениями работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы</p>

	<p>координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;</p> <p>-оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;</p> <p>Овладение универсальными регулятивными действиями:</p> <p>г) принятие себя и других людей:</p> <p>- принимать мотивы и аргументы других людей при анализе результатов деятельности</p>	
<p>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста</p>	<p>Личностные результаты должны отражать в части эстетического воспитания:</p> <p>- эстетическое отношение к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, труда и общественных отношений;</p> <p>в области патриотического воспитания проявлять:</p> <p>-ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям России в науке, искусстве, спорте, технологиях и труде;</p> <p>Метапредметные результаты должны отражать:</p> <p>Овладение универсальными коммуникативными действиями:</p> <p>а) общение:</p> <p>- осуществлять коммуникации во всех сферах жизни;</p> <p>- развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств</p>	<p>ПРб 1. Сформированность представлений о роли и месте физики и астрономии в современной научной картине мира, о системообразующей роли физики в развитии естественных наук, техники и современных технологий, о вкладе российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки; понимание физической сущности наблюдаемых явлений микромира, макромира и мегамира; понимание роли астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач</p>
<p>ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата,</p>	<p>Личностные результаты должны отражать в части экологического воспитания:</p> <p>- сформированность экологической культуры, понимание влияния социально-</p>	<p>ПРб 8. Сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических</p>

<p>принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознание глобального характера экологических проблем; - планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества; активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде</p>	<p>решений в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с бытовыми приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; понимание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования</p>
---	---	--

### Личностные результаты реализации программы воспитания

<p><b>Личностные результаты реализации программы воспитания</b> <i>(дескрипторы)</i></p>	<p><b>Код личностных результатов реализации программы воспитания</b></p>
<p>Ориентированный на профессиональные достижения, деятельно выражающий познавательные интересы с учетом своих способностей, образовательного и профессионального маршрута, выбранной квалификации</p>	<p><b>ЛР 7</b></p>
<p>Проявляющий и демонстрирующий уважение законных интересов и прав представителей различных этнокультурных, социальных, конфессиональных групп в российском обществе; национального достоинства, религиозных убеждений с учётом соблюдения необходимости обеспечения конституционных прав и свобод граждан. Понимающий и деятельно выражающий ценность межрелигиозного и межнационального согласия людей, граждан, народов в России. Выражающий сопричастность к преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства, включенный в общественные инициативы, направленные на их сохранение</p>	<p><b>ЛР 8</b></p>
<p>Сознающий ценность жизни, здоровья и безопасности. Соблюдающий и пропагандирующий здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиены, режим занятий и отдыха, физическая активность), демонстрирующий стремление к физическому совершенствованию. Проявляющий сознательное и обоснованное неприятие вредных привычек и опасных наклонностей (курение, употребление алкоголя, наркотиков, психоактивных веществ, азартных игр, любых форм зависимостей), деструктивного поведения в обществе, в том числе в цифровой среде</p>	<p><b>ЛР 9</b></p>
<p>Проявляющий уважение к эстетическим ценностям, обладающий основами эстетической культуры. Критически оценивающий и деятельно проявляющий понимание эмоционального воздействия искусства, его влияния на душевное состояние и поведение людей. Бережливо относящийся к культуре как средству коммуникации и</p>	<p><b>ЛР 11</b></p>

самовыражения в обществе, выражающий сопричастность к нравственным нормам, традициям в искусстве. Ориентированный на собственное самовыражение в разных видах искусства, художественном творчестве с учётом российских традиционных духовно-нравственных ценностей, эстетическом обустройстве собственного быта. Разделяющий ценности отечественного и мирового художественного наследия, роли народных традиций и народного творчества в искусстве. Выражающий ценностное отношение к технической и промышленной эстетике	
--	--

### 1.3. Показатели оценки результатов обучения

Содержание общеобразовательной учебной дисциплины	Результаты обучения (ОК, ЛР)	Вид контроля	Наименование оценочного средства/форма контроля
<b>2 семестр</b>			
<b>Раздел 1. Механика</b>			
Тема 1.2 Законы механики Ньютона	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Текущий	Проверка лабораторных работ
Тема 1.3 Законы сохранения в механике	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Текущий	Проверка лабораторных работ
<b>Раздел 2. Молекулярная физика. Термодинамика</b>			
Тема 2.3 Свойства паров. Свойства жидкостей. Свойства твердых тел	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Текущий	Проверка лабораторных работ
<b>Раздел 3. Колебания и волны</b>			
Тема 3.1. Механические колебания. Упругие волны	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Текущий	Проверка лабораторных работ
<b>Раздел 4. Оптика</b>			
Тема 4.1. Природа света. Волновые свойства света	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Текущий	Проверка лабораторных работ
<b>Раздел 5. Эволюция Вселенной</b>			
Тема 5.2. Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы.	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Текущий	Решение задач
Темы 1.1-5.2	ОК 01, 02, 03, 04, 05, 07, ЛР 7, 8, 9, 11	Промежуточный	Зачет соценкой

## 2. Задания для контроля и оценки результатов

### 2.1. Задания для текущего контроля успеваемости

#### РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА

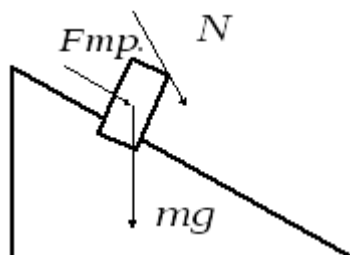
##### Тема 1.2. Законы механики Ньютона

**Практическое задание № 1. Исследование движения тела под действием постоянной силы.**

- Цель - доказать, что движение тела- равноускоренное;  
2) вычислить ускорение движения.

**Оборудование:** штатив, направляющая рейка, каретка, секундомер с двумя датчиками.

Схема установки:



На тело действуют 3 силы. Если геометрическая сумма сил больше нуля, тело движется с ускорением.

Согласно второму закону Ньютона  $mg + N + F_{mp} = ma$

ХОД ЗАНЯТИЯ:

1. Установить направляющую рейку при помощи штатива под углом  $30^\circ$  ( $h=22$  см).
2. К секундомеру подключить датчики. Один датчик установить на расстоянии 6 см от начала рейки. Второй- датчик будет устанавливаться на расстоянии 25см, 30см, 35см.
3. Каретку устанавливаем на направляющую рейку так, чтобы магнит располагался на расстоянии менее 1 см от первого датчика.
4. Отпустить каретку и определить время движения каретки между датчиками. Опыт повторить 3 раза. Результаты измерений записать в таблицу.

Таблица

№ серии	S, м	t, с	t <sub>ср.</sub> , с	a, м/с <sup>2</sup>	a <sub>ср.</sub> , м/с <sup>2</sup>	$\frac{\Delta a}{a}$	$\Delta a$ , м/с <sup>2</sup>
1	0,25	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub> = t <sub>3</sub> =					
2	0,30	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub> = t <sub>3</sub> =					
3	0,35	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub> = t <sub>3</sub> =					

Обработка результатов:

1. При движении с ускорением, (если  $v_0=0$ ) 
$$S = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \left[ \frac{t_2}{t_1} \right]^2$$

Должно выполняться соотношение

Проверьте выполнение этого равенства. Сделайте вывод.

2. По результатам опытов вычислите ускорение:

$$a = \frac{2S}{t^2};$$

Результаты занесите в таблицу.

3. Вычислите максимальную относительную погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta S}{S} + 2 \frac{\Delta t}{t}$$

4. Вычислите абсолютную погрешность:  $\Delta a = \varepsilon \cdot a_{ср.}$

5. Сделайте вывод.

## Практическое задание № 2. Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости».

Цель - сравнить две величины—уменьшение потенциальной энергии прикрепленного к пружине тела при его падении и увеличение потенциальной энергии растянутой пружины.

Приборы и материалы: 1) динамометр, жесткость пружины которого равна 40 Н/м; 2) линейка измерительная; 3) груз из набора по механике; масса груза равна  $(0,100 \pm 0,002)$  кг; 4) фиксатор; 5) штатив с муфтой и лапкой.

Основные сведения.

Если тело способно совершить работу, то говорят, что оно обладает энергией.

Механическая энергия тела – это скалярная величина, равная максимальной работе, которая может быть совершена в данных условиях.

Обозначается  $E$  Единица энергии в СИ [1Дж = 1Н\*м]

Кинетическая энергия – это энергия тела, обусловленная его движением.

Физическая величина, равная половине произведения массы тела на квадрат его скорости, называется кинетической энергией тела:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Кинетическая энергия – это энергия движения. Кинетическая энергия тела массой  $m$ , движущегося со скоростью  $\vec{v}$  равна работе, которую должна совершить сила, приложенная к покоящемуся телу, чтобы сообщить ему эту скорость:

$$A = \frac{mv^2}{2} = E_k$$

Наряду с кинетической энергией или энергией движения в физике важную роль играет понятие потенциальной энергии или энергии взаимодействия тел.

Потенциальная энергия – энергия тела, обусловленная взаимным расположением взаимодействующих между собой тел или частей одного тела.

Потенциальная энергия тела в поле силы тяжести (потенциальная энергия тела, поднятого над землёй).

$$E_p = mgh$$

Она равна работе, которую совершает сила тяжести при опускании тела на нулевой уровень.

Растянутая (или сжатая) пружина способна привести в движение прикрепленное к ней тело, то есть сообщить этому телу кинетическую энергию. Следовательно, такая пружина обладает запасом энергии. Потенциальной энергией пружины (или любого упруго деформированного тела) называют величину

$$E_p = \frac{kx^2}{2}, \text{ где } k \text{ – жесткость пружины, } x \text{ - абсолютное удлинение тела.}$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела равна работе силы упругости при переходе из данного состояния в состояние с нулевой деформацией.

Потенциальная энергия при упругой деформации – это энергия взаимодействия отдельных частей тела между собой силами упругости.

Если тела, составляющие замкнутую механическую систему, взаимодействуют между собой только силами тяготения и упругости, то работа этих сил равна изменению потенциальной энергии тел, взятому с противоположным знаком:

$$A = -(E_{p2} - E_{p1}).$$

По теореме о кинетической энергии эта работа равна изменению кинетической энергии тел:

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

$$\text{Следовательно } E_{k2} - E_{k1} = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad \text{или} \quad E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$

Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой силами тяготения и силами упругости, остается неизменной.

Это утверждение выражает *закон сохранения энергии* в механических процессах. Он является следствием законов Ньютона.

Сумму  $E = E_k + E_p$  называют полной механической энергией.

Полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих между собой только консервативными силами, при любых движениях этих тел не изменяется. Происходят лишь взаимные превращения потенциальной энергии тел в их кинетическую энергию, и наоборот, или переход энергии от одного тела к другому.

$$E = E_k + E_p = \text{const}$$

Закон сохранения механической энергии выполняется только тогда, когда тела в замкнутой системе взаимодействуют между собой консервативными силами, то есть силами, для которых можно ввести понятие потенциальной энергии.

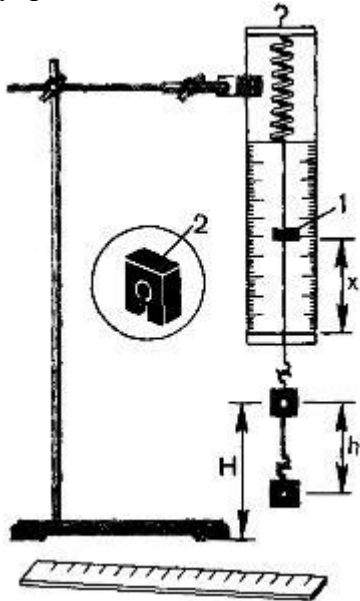
В реальных условиях практически всегда на движущиеся тела наряду с силами тяготения, силами упругости и другими консервативными силами действуют силы трения или силы сопротивления среды.

Сила трения не является консервативной. Работа силы трения зависит от длины пути.

Если между телами, составляющими замкнутую систему, действуют силы трения, то механическая энергия не сохраняется. Часть механической энергии превращается во внутреннюю энергию тел (нагревание).

Описание установки.

Для работы используется установка, показанная на рисунке. Она представляет собой укрепленный на штативе динамометр с фиксатором 1.



Пружина динамометра заканчивается проволочным стержнем с крючком. Фиксатор (в увеличенном масштабе он показан отдельно — помечен цифрой 2) — это легкая пластинка из пробки (размерами 5 X 7 X 1,5 мм), прорезанная ножом до ее центра. Ее насаживают на проволочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с небольшим трением, но трение все же должно быть достаточным, чтобы фиксатор сам по себе не падал вниз. В этом нужно убедиться перед началом работы. Для этого фиксатор устанавливают у нижнего края шкалы на ограничительной скобе. Затем растягивают и отпускают.

Фиксатор вместе с проволочным стержнем должен подняться вверх, отмечая этим максимальное удлинение пружины, равное расстоянию от упора до фиксатора.

Если поднять груз, висящий на крючке динамометра, так, чтобы пружина не была растянута, то потенциальная энергия груза по отношению, например, к поверхности стола равна  $mgh$ . При падении груза (опускание на расстояние  $x = h$ ) потенциальная энергия груза уменьшится на

$$E_1 = mgh$$

а энергия пружины при ее деформации увеличивается на

$$E_2 = kx^2/2$$

**ХОД ЗАНЯТИЯ:**

1. Груз из набора по механике прочно укрепите на крючке динамометра.
2. Поднимите рукой груз, разгружая пружину, и установите фиксатор внизу у скобы.
3. Отпустите груз. Падая, груз растянёт пружину. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение  $x$  пружины.
4. Повторите опыт пять раз. Найдите среднее значение  $h$  и  $x$
5. Подсчитайте  $E_{1cp} = mgh$  и  $E_{2cp} = kx^2/2$
6. Результаты занесите в таблицу:

№ опыта	$h = x_{max}$ , м	$h_{cp} = x_{cp}$ , м	$E_{1cp}$ , Дж	$E_{2cp}$ , Дж	$E_{1cp} / E_{2cp}$
1					
2					
3					
4					
5					

7. Сравните отношение  $E_{1cp} / E_{2cp}$  с единицей и сделайте вывод о погрешности, с которой был проверен закон сохранения энергии.
8. Ответьте на контрольные вопросы.

## РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

### Тема 2.3 Свойства паров. Свойства жидкостей. Свойства твердых тел

#### Практическое задание № 1. Измерение влажности воздуха. Измерение поверхностного натяжения жидкости»

Цель - освоить прием определения относительной влажности воздуха, основанный на использовании психрометра.

Оборудование: 1. Психрометр

Методические указания:

*Теория:*

В атмосферном воздухе всегда присутствуют пары воды, которая испаряется с поверхности морей, рек, океанов и т.п.

*Воздух, содержащий водяной пар, называют влажным.*

Влажность воздуха оказывает огромное влияние на многие процессы на Земле: на развитие флоры и фауны, на урожай сельхоз. культур, на продуктивность животноводства и т.д. Влажность воздуха имеет большое значение для здоровья людей, т.к. от неё зависит теплообмен организма человека с окружающей средой. При низкой влажности происходит быстрое испарение с поверхности и высыхание слизистой оболочки носа, гортани, что приводит к ухудшению состояния.

Значит, влажность воздуха надо уметь измерять. Для количественной оценки влажности воздуха используют понятия абсолютной и относительной влажности.

Абсолютная влажность – величина, показывающая, какая масса паров воды находится в 1 м<sup>3</sup> воздуха (т.е. это плотность водяного пара). Она равна парциальному давлению пара при данной температуре.

Парциальное давление пара – это давление, которое оказывал бы водяной пар, находящийся в воздухе, если бы все остальные газы отсутствовали.

Относительная влажность воздуха – это величина, показывающая, как далек пар от насыщения. Это отношение парциального давления  $p$  водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара  $p_0$  при той же температуре, выраженное в процентах:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \%$$

Если воздух не содержит паров воды, то его абсолютная и относительная влажность равны 0. Предельное значение относительной влажности – 100%. Нормальной для человеческого организма считается влажность 60%.

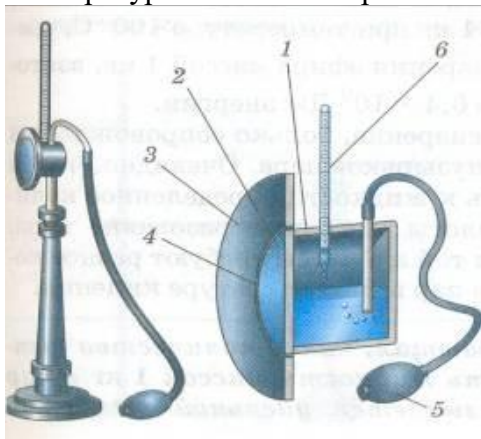
Для измерения влажности воздуха используют приборы гигрометры и психрометры.

1. Конденсационный гигрометр. Состоит из укрепленной на подставке металлической круглой коробочки с отполированной плоской поверхностью. В коробочке сверху имеются два отверстия. Через одно из них в коробочку наливают эфир и вставляют термометр, а другое соединяют с резиновой грушей. Действие конденсационного гигрометра основано на определении точки росы.



*Точка росы – это температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе, становится насыщенным.*

Продувают воздух через эфир (с помощью резиновой груши), при этом эфир быстро испаряется и охлаждает коробочку. Слой водяного пара, находящийся вблизи поверхности коробочки, благодаря теплообмену тоже станет охлаждаться. При определенной температуре этот водяной пар начнет конденсироваться и на отполированной поверхности коробочки появляются капельки воды (роса). По термометру определяют эту температуру, это и будет точка росы. В таблице «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах» по точке росы находят абсолютную влажность – соответствующую этой температуре плотность паров или их давление.

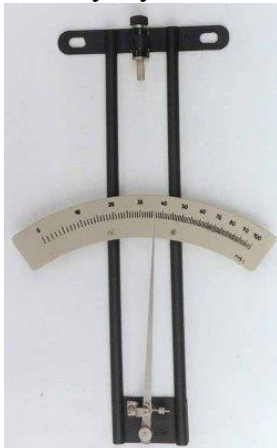


Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах

t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>	t, °C	p, Па	$\rho \cdot 10^{-3}$ , кг/м <sup>3</sup>
- 5	401	3,24	6	933	7,30	17	1933	14,5
- 4	437	3,51	7	1000	7,80	18	2066	15,4
- 3	476	3,81	8	1066	8,30	19	2199	16,3
- 2	517	4,13	9	1146	8,80	20	2333	17,3
- 1	563	4,47	10	1226	9,40	21	2493	18,8
0	613	4,80	11	1306	10,0	22	2639	19,4
1	653	5,20	12	1399	10,7	23	2813	20,6
2	706	5,60	13	1492	11,4	24	2986	21,8
3	760	6,00	14	1599	12,1	25	3173	23,0
4	813	6,40	15	1706	12,8	26	3359	24,4
5	880	6,80	16	1813	13,6	27	3559	25,8

Чтобы найти относительную влажность, надо давление насыщенного пара при температуре точки росы разделить на давление насыщенного пара при температуре окружающего воздуха и умножить на 100%.

2. Волосной гигрометр. Его работа основана на том, что обезжиренный человеческий волос при увеличении влажности воздуха удлиняется, а при уменьшении влажности укорачивается. Волос оборачивают вокруг легкого блока, прикрепив один конец к раме, а к другому подвешивают груз. При изменении длины волоса указатель (стрелка), прикрепленный к блоку, будет двигаться, перемещаясь по шкале. Шкалу градуируют по эталонному прибору.



3. Психрометр. (от греч «психриа» - холод). Состоит из двух одинаковых термометров. Резервуар одного из них обернут марлей, опущенной в сосуд с водой. Вода смачивает марлю на резервуаре термометра и при её испарении он охлаждается. По разности температур сухого и влажного термометров по психрометрической таблице определяют влажность воздуха.



Задание: ответьте письменно на все поставленные вопросы и приступите к выполнению работы.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

**Задание №1.** Измерить влажность воздуха с помощью психрометра.

1. Подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1				

2. Рассмотреть устройство психрометра.
3. По показаниям сухого термометра измерить температуру воздуха  $t_{\text{сухого}}$  в помещении.
4. Записать показания термометра, резервуар которого обмотан марлей  $t_{\text{влажного}}$
5. Вычислить разность показаний термометров  $\Delta t = t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}$
6. По психрометрической таблице определить влажность воздуха  $\varphi$
7. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.
8. Сделайте вывод о том, нормальная ли влажность воздуха в помещении.
9. Ответьте на контрольные вопросы.

#### *Контрольные вопросы*

1. Почему при продувании воздуха через эфир, на полированной поверхности стенки камеры гигрометра появляется роса? В какой момент появляется роса?
2. Почему показания «влажного» термометра меньше показаний «сухого» термометра?
3. Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?
4. При каком условии разности показаний термометров наибольшая?
5. Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого» термометра?
6. Сухой и влажный термометр психрометра показывают одну и ту же температуру. Какова относительная влажность воздуха?
7. Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

**Задание 2.**

#### **«ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ»**

**Цель:** определить коэффициент поверхностного натяжения воды методом отрыва капель.

**Оборудование:** сосуд с водой, шприц, сосуд для сбора капель.

**Выполнение работы.**

1. Начертили таблицу:

№ опыта	Масса капля, м, кг	Число капля, п	Диаметр канала шприца d, м	Поверхностное натяжение $\sigma$ , Н/м	Среднее значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{ср}}$ , Н/м	Табличное значение поверхностного натяжения $\sigma_{\text{таб}}$ , Н/м	Относительная погрешность $\delta$ %
1	$1 \cdot 10^{-3}$	21	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,066	0,069	0,072	4,167
2	$2 \cdot 10^{-3}$	40	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,069			
3	$3 \cdot 10^{-3}$	59	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,071			

$$\sigma = \frac{mg}{\pi d}$$

Вычисляем поверхностное натяжение по формуле

$$\sigma_1 = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{21 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,066 \text{ Н/м}$$

$$\sigma_2 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{40 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,069 \text{ Н/м}$$

$$\sigma_3 = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{59 \cdot 3,14 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 0,071 \text{ Н/м}$$

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

Находим среднее значение поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{0,066 \text{ Н/м} + 0,069 \text{ Н/м} + 0,071 \text{ Н/м}}{3} = \frac{0,206 \text{ Н/м}}{3} = 0,069 \text{ Н/м}$$

Определяем относительную погрешность методом оценки результатов измерений.

$$\delta = \frac{|\sigma_{\text{табл}} - \sigma_{\text{ср}}|}{\sigma_{\text{табл}}} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{|0,072 \text{ Н/м} - 0,069 \text{ Н/м}|}{0,072 \text{ Н/м}} \cdot 100\% = \frac{0,003 \text{ Н/м}}{0,072 \text{ Н/м}} \cdot 100\% = 0,04167 \cdot 100\% = 4,167\%$$

Вывод: я измерил поверхностное натяжение жидкости (воды), оно получилось равным 0,069 Н/м, что с учетом погрешности 4,167% совпадает с табличным значением.

### Ответы на контрольные вопросы.

#### 1. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?

Поверхностное натяжение зависит от силы притяжения между молекулами. У молекул разных жидкостей силы взаимодействия разные, поэтому поверхностное натяжение разное. Также поверхностное натяжение зависит от наличия примесей в жидкости, потому что, чем сильнее концентрация примесей в жидкости, тем слабее силы сцепления между молекулами жидкости. Следовательно, силы поверхностного натяжения будут действовать слабее.

#### 2. Почему и как зависит поверхностное натяжение от температуры?

Если температура увеличивается, то скорость движения молекул соответственно увеличивается, а силы сцепления между молекулами - уменьшаются. т.е силы поверхностного натяжения зависят от температуры. Чем температура жидкости выше, тем слабее силы поверхностного натяжения.

#### 3. Изменится ли результат вычисления поверхностного натяжения, если опыт проводить в другом месте Земли?

Изменится незначительно, т.к. в формулу входит величина g - ускорения свободного падения. А мы знаем, что в разных точках Земли ускорение свободного падения различно.

Реальное ускорение свободного падения на поверхности Земли зависит от широты, времени суток и других факторов. Оно варьируется от  $9,780 \text{ м/с}^2$  на экваторе до  $9,832 \text{ м/с}^2$  на полюсах.

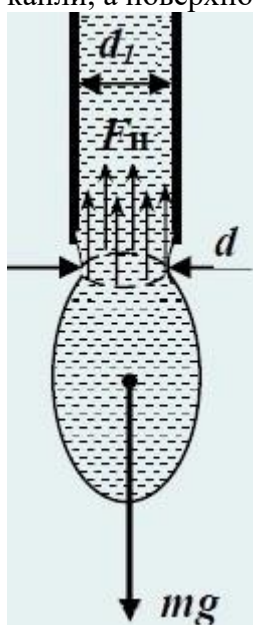
#### 4. Изменится ли результат вычисления, если диаметр капля трубки будет меньше?

Изменение диаметра трубки не может приводить к изменению измеряемой величины. Для

$$\sigma = \frac{F}{l} = \frac{m_{\text{капли}} g}{\pi d_{\text{капли}}^2}$$

определения поверхностного натяжения используется формула

По рисунку видно, что уменьшение диаметра трубки компенсируется уменьшением массы капли, а поверхностное натяжение, естественно, останется тем же.



#### 5. Почему следует добиваться медленного падения капель?

При вытекании жидкости из капиллярной трубки размер капли растет постепенно. Перед отрывом капли образуется шейка, диаметр  $d$  которой несколько меньше диаметра  $d_1$  капиллярной трубки. По окружности шейки капли действуют силы поверхностного натяжения, направленные вверх и удерживающие каплю. По мере увеличения размера капли растет сила тяжести  $mg$ , стремящаяся оторвать ее. В момент отрыва капли сила тяжести равна результирующей силе поверхностного натяжения  $F = \pi d \sigma$ . Необходимо, чтобы капли отрывались от трубки самостоятельно, под действием силы тяжести. Если падение капель будет быстрым при дополнительном нажатии на поршень шприца, то в момент отрыва капли сила тяжести не будет равна силе поверхностного натяжения и данный метод даст большую погрешность измерения.

### Практическое задание № 2. Наблюдение процесса кристаллизации. Изучение деформации растяжения

**Цель:** изучить методы выращивания кристаллов и вырастить кристалл.

**Оборудование:** поваренная соль, дистиллированная вода, воронка, деревянная шпажка, марля, нитка (леска), 2 стакана.

#### Краткая теоретическая справка

Существуют два простых способа выращивания кристаллов из раствора: охлаждение насыщенного раствора соли и его выпаривание.

Первым этапом при любом из двух способов является приготовление насыщенного раствора. С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе.

Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики.

Чтобы вырастить крупный кристалл, в тщательно отфильтрованный насыщенный раствор нужно внести кристаллик –затравку, заранее прикрепленный на волосе или тонкой леске, предварительно обработанной спиртом.

Можно вырастить кристалл без затравки. Для этого волос или леску обрабатывают спиртом и опускают в раствор так, чтобы конец висел свободно. На конце волоса или лески может начаться рост кристалла.

Если стакан с раствором прикрыть так, чтобы вода из раствора могла испаряться, то вскоре раствор станет пересыщенным и начнется рост кристалла. Во время роста кристалла стакан с раствором лучше всего держать в теплом сухом месте, где температура в течение суток остается постоянной. На выращивание крупного кристалла в зависимости от условий эксперимента может потребоваться от нескольких дней до нескольких недель.

Большие кристаллы удобно выращивать из испаряющегося раствора. Так как вес кристалла, выросшего из перенасыщенного раствора без испарения, равен весу излишка вещества в растворе.

Для приготовления раствора в горячей дистиллированной (а если ее нет, то просто в кипяченой) воде растворяют много вещества - столько, сколько удастся растворить, подсыпая порошок понемногу и все время перемешивая раствор. Полученный раствор фильтруют в колбу или банку, которую закрывают куском ваты. Через некоторое время все лишнее вещество выпадает из раствора и оседает кристалликами на дно.

Тогда насыщенный раствор без кристаллов осторожно сливают в тот сосуд, в котором должен расти большой кристалл.

Кристалл растет из перенасыщенного раствора, точнее, только из участков перенасыщенного раствора, которые находятся рядом с кристаллом. Вырастая, кристалл «высасывает» все лишнее вещество вблизи себя, поэтому он оказывается уже окруженным слоем раствора, не перенасыщенного, а лишь насыщенного. Поэтому если надо вырастить большие, хорошо ограненные, однородные кристаллы, то необходимо искусственно перемешивать раствор, тщательно регулировать температуру.

В условиях школьного физического кабинета проще всего выращивать кристаллы алюмокалиевых квасцов. В домашних условиях можно выращивать кристалл медного купороса или обычной поваренной соли.

Растворимость любых веществ зависит от температуры. Обычно с повышением температуры растворимость увеличивается, а с понижением температуры уменьшается.

При охлаждении горячего (примерно 40°C) насыщенного раствора до 20°C в нем окажется избыточное количества соли на 100 г воды. При отсутствии центров кристаллизации это вещество может оставаться в растворе, т.е. раствор будет пересыщенным.

С появлением центров кристаллизации избыток вещества выделяется из раствора, при каждой данной температуре в растворе остается то количество вещества, которое соответствует коэффициенту растворимости при этой температуре. Избыток вещества из раствора выпадает в виде кристаллов; количество кристаллов тем больше, чем больше центров кристаллизации в растворе. Центрами кристаллизации могут служить загрязнения на стенках посуды с раствором, пылинки, мелкие кристаллики соли. Если предоставить выпавшим кристалликами возможность подрасти в течение суток, то среди них найдутся чистые и совершенные по форме экземпляры. Они могут служить затравками для выращивания крупных кристаллов.

#### **Порядок выполнения задания**

1. Тщательно вымыть стакан и воронку, подержать их над паром.
2. Налить 200 г дистиллированной (или дважды прокипяченной) воды в стакан и нагреть её до температуры 30-40°C.
3. Добавить в воду 50 г поваренной соли (10 чайных ложек).
4. Приготовить насыщенный раствор и слить его через ватный фильтр в чистый стакан. Закрыть стакан крышкой или листком бумаги. Подождать, пока раствор остынет до комнатной температуры.

5. Открыть стакан. Через некоторое время начнут выпадать первые кристаллы.
6. Через сутки слить раствор через ватный фильтр в чистый, вновь вымытый и попаренный стакан. Среди множества кристаллов, оставшихся на дне первого стакана, выбрать самый чистый кристалл правильной формы.
7. Прикрепить кристалл-затравку к волосу или леске и опустить его в раствор. Волос или леску предварительно протереть ватой, смоченной спиртом. Можно также положить кристалл-затравку на дно стакана перед заливкой в него раствора.
8. Поставить стакан в теплое чистое место.
9. В течение нескольких суток или недель не трогать кристалл и не переставлять стакан.
10. В конце срока выращивания вынуть кристалл из раствора, тщательно осушить бумажной салфеткой и уложить в специальную коробку.
11. Руками кристалл не трогать, иначе он потеряет прозрачность.
12. Принести в коробке выращенный кристалл, написать фамилию, имя студента, группу.
13. В отчете написать вещество, из которого выращен кристалл, количество дней, метод выращивания, размеры кристалла.
14. Сделайте вывод по работе

#### Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- оборудование;
- ход работы;
- вывод;
- ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что может служить центром кристаллизации?
2. Чем объясняется неодинаковая скорость роста различных граней одного и того же кристалла?
3. Каким способом, можно насыщенный раствор сделать пересыщенным без добавления растворенного вещества?
4. Зачем раствор фильтровался?

#### Практическое задание № 3. Изучение теплового расширения твердых тел?

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Научиться определять коэффициент линейного расширения твердого тела.

**Теория :** Изменение одного какого-либо размера тела при повышении температуры называется линейным расширением тела. Оно, как показывает опыт, в первом приближении прямо пропорционально первоначальной длине тела при  $0^{\circ}\text{C}$  и изменению температуры  $\Delta t$ :

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности  $\alpha$  - называется коэффициентом линейного расширения данного вещества. Он показывает, на какую часть своей величины при  $0^{\circ}\text{C}$  изменяется длина тела от нагревания на 1 градус:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 \Delta t} \quad \text{1/град} \quad (2)$$

#### Ход работы

1. Пробирки на  $\frac{1}{2}$  объема наполнить водой, опустить в них по испытуемому стержню.
2. Лабораторным термометром измерить температуру воды в пробирках данные записать в таблицу.

3. Включить прибор в сеть.
4. Установить индикатор на нулевое деление.
5. Включить питание прибора и довести воду в пробирке до кипения.
6. Заметить изменение положения стрелки на индикаторе это будет удлинение стержня умноженное на цену деления индикатора.
7. Отключить прибор из сети.
8. Вычислить коэффициент линейного расширения вещества по формуле (2).
9. Результаты всех измерений и вычислений занести в таблицу.

№ опыта	Первоначальная длина стержня, м	Удлинение стержня $\Delta l$ , м	Температура		Изменение температуры $T_2 - T_1$	Коэффициент линейного расширения		Относительная погрешность
			Начальная $T_1, K$	Конечная $T_2, K$		По таблице $1/K$	Из опыта	
1.стекло	$16 \cdot 10^{-2}$					$9 \cdot 10^{-6}$		
2.алюминий	$16 \cdot 10^{-2}$					$2,6 \cdot 10^{-6}$		
3.сталь	$16 \cdot 10^{-2}$					$0,9 \cdot 10^{-5}$		

11. Сравнить полученные результаты с табличными данными и определить относительную

$$\delta = \frac{|\alpha_{табл} - \alpha_{изм}|}{\alpha_{табл}}$$

погрешность:

#### Практическое задание № 4. Изучение особенностей теплового расширения воды?

**Цель:** изучить на практике особенности теплового расширения воды;

**Оборудование:**

Штатив с лапкой и муфтой. Спиртовка со спиртом. Пробирка с пробкой и стеклянной трубкой. стакан с водой. Спички, термометр, стакан с холодной водой, чайник с горячей водой (один на всех).

#### Теоретическая справка

Жидкости расширяются значительно сильнее твердых тел. Они также расширяются во всех направлениях. Вследствие большой подвижности молекул жидкость принимает форму сосуда, в котором она находится, причем следует учитывать и тепловое расширение сосуда. Расширение жидкости в трубках также представляет собой объемное расширение.

Следовательно, верны формулы объемного расширения. Если

$$V_1$$

объем жидкости при температуре  $t_1$ , метр<sup>3</sup>

$$V_2$$

объем жидкости при температуре  $t_2$ , метр<sup>3</sup>

$$\Delta V$$

изменение объема жидкости, метр<sup>3</sup>

$$\beta$$

коэффициент объемного расширения (объемный коэффициент теплового расширения),  $1/K$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta t; V_2 = V_1(1 + \beta \Delta t)$$

**Коэффициент объемного расширения  $\beta$**  равен отношению относительного объемного

расширения  $\Delta V/V_1$  к разности температур  $\Delta t$ :  $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta t}$

**При увеличении объема тел уменьшается их плотность:**  $\rho = \rho_0 / (1 + \beta \cdot \Delta t)$ ,

где  $V$  и  $V_0$  - объемы, а  $\rho$  и  $\rho_0$  - плотности соответственно при температурах  $t$  и  $t_0$ .

<http://rutube.ru/video/9aec6d9ba6c5a3fad68923670fa75887/>

Ход работы:

1. Для наблюдения расширения жидкости пробирку, наполненную водой и плотно закрытую пробкой с трубкой, зажать в лапке штатива и подставить под нее спиртовку (или опустить в горячую воду). **Осторожно!**

5. Зажечь спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали? Почему уровень сначала опустился?

6. Убрать спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали?

7. В одинаковые колбы нальем: в одну — воду, а в другую — такой же объем спирта. Колбы закроем пробками с трубками. Начальные уровни воды и спирта в трубках отметим резиновыми кольцами. Поставим колбы в емкость с горячей водой. Уровень воды в трубках станет выше. Вода и спирт при нагревании расширяются. Но уровень в трубке колбы со спиртом выше. Значит, спирт расширяется больше. Следовательно, **тепловое расширение разных жидкостей**, как и твердых веществ, **неодинаково**.

8. Определить плотность спирта в жидкостном термометре при нагревании.

9. Решите задачи:

А) Какой объем имеет нефть при  $0^{\circ}\text{C}$ , если при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  её объем равен  $65\text{ м}^3$ ?

Б) Масса 1 л спирта при  $0^{\circ}\text{C}$  равна 0,8 кг. Определите плотность спирта при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ .

**Контрольные вопросы:**

1. Что называют тепловым расширением тел?
2. Приведите примеры теплового расширения жидкостей, газов.
3. Что такое коэффициент объемного расширения?

**Сделайте сами**

Используя пластиковую бутылку и тонкую трубку для сока, проведите дома опыт по тепловому расширению воздуха и воды. Результаты опыта опишите в тетради. На этот раз наполни бутылку водой до самого верха, до краев горлышка. Трубку выдвини повыше и заткни бутылку пробкой. Вытесненный пробкой излишек воды поднимется по трубке. Пусть он там установится на высоте 1—2 см над пробкой. Если будет больше, отлей. Хорошо было бы и здесь подкрасить воду. Теперь воду в бутылке надо нагреть. Это называется «нагревать на водяной бане». Прямо ставить бутылку на огонь нельзя: она лопнет. Следи внимательно за уровнем воды в трубке! уровень немного опустился... Уровень воды в трубке снова пополз вверх и поднимается все дальше и дальше, Он теперь выше, чем был с самого начала. Значит, вода при нагревании все-таки расширяется. Ну, а почему же сначала уровень шел вниз? Не догадываешься? Да потому, что первой нагрелась бутылка и тоже расширилась. А потом уже тепло дошло до воды!

## РАЗДЕЛ 3. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

### Тема 3.1. Механические колебания. Упругие волны

**Практическое задание № 1. Изучение зависимости периода колебаний нитяного (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза)**

**Цель работы:** выяснить, как зависит период и частота свободных колебаний нитяного маятника от его длины.

**Оборудование:** штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 130 см, протянутой сквозь кусочек резины<sup>1</sup>, часы с секундной стрелкой или метроном.

**^ Указания к работе**

1. Перечертите в тетрадь таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
2. Укрепите кусочек резины с висящим на нем маятником в лапке штатива, как показано на рисунке. При этом длина маятника должна быть равна 5 см, как указано в таблице для первого опыта. Длину  $l$  маятника измеряйте так, как показано на рисунке, т. е. от точки подвеса до середины шарика.
3. Для проведения первого опыта отклоните шарик от положения равновесия на небольшую амплитуду (1—2 см) и отпустите. Измерьте промежуток времени  $t$ , за который маятник

совершит **30** полных колебаний. Результаты измерений запишите в таблицу.

4. Проведите остальные четыре опыта так же, как и первый. При этом длину  $l$  маятника каждый раз устанавливайте в соответствии с ее значением, указанным в таблице для данного опыта.

5. Для каждого из пяти опытов вычислите и запишите в таблицу значения периода  $T$  колебаний маятника.  $T_{\text{эсп}} = t/N$

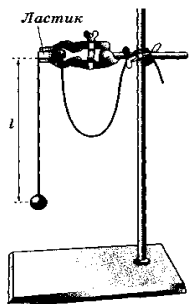


Рис. 183

Физическая величина \ № опыта	1	2	3	4	5
$l$ , см	5	20	45	80	125
$N$	30	30	30	30	30
$t$ , с					
$T$ , с					
$\nu$ , Гц					

6. Вычислите теоретическое значение  $T$  нитяного маятника по формуле  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ , Ускорение  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

7. Для каждого из пяти опытов рассчитайте значения частоты  $\nu$  колебаний маятника по формуле:  $\nu = 1/T$  или  $\nu = N/t$ . Полученные результаты внесите в таблицу.

8. Сделайте выводы о том, как зависят период и частота свободных колебаний маятника от его длины. Запишите эти выводы.

9. **Дополнительное задание:** Исследовать зависимость периода колебаний нитяного маятника от амплитуды колебаний.

А) Отклоните маятник (длиной 45 см) от положения равновесия на 5 см и отпустите.

Б) Измерьте время, за которое маятник совершает 10 полных колебаний.

В) Повторите опыт с амплитудой колебаний 3 см.

- Г) Для каждого опыта вычислить период колебаний нитяного маятника по формуле  $T_{\text{эсп}} = t/N$

## РАЗДЕЛ 4. ОПТИКА

### Тема 4.1. Природа света. Волновые свойства света

#### Практическое задание № 1. Изучение изображения предметов в тонкой линзе

**Цель работы:** измерить оптическую силу и фокусное расстояние собирающей линзы одним из способов.

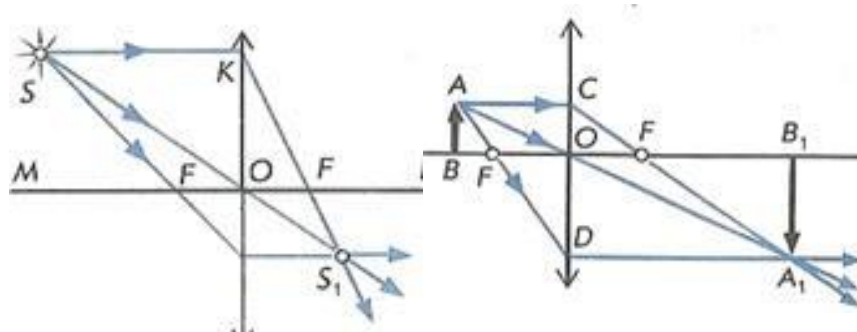
**Оборудование:** источник света, линейка, линза собирающая, лампочка на стойке, экран, соединительные провода, выключатель.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D \quad (1)$$

**Теоретическое обоснование:** Формула тонкой линзы имеет вид:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$  (1), где  $d$  – расстояние от линзы до объекта,  $f$  – расстояние от линзы до изображения,  $F$  – фокусное расстояние линзы,  $D$  – оптическая сила линзы.

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы  $D$  при различных значениях  $d$  и  $f$ , найти абсолютные погрешности измерения  $D$  и убедиться, что в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.

Это можно сделать, измерив расстояния  $d$  от предмета до линзы и расстояния  $f$  от линзы до реального перевернутого изображения на экране. Реальное перевернутое изображение на экране для собирающей линзы получается, если предмет расположить от линзы на расстоянии большем фокусного. При этом если расстояние  $f < d < 2f$ , то изображение будет увеличенным



(рис.1), если расстояния  $2f < d$ , то уменьшенным (рис. 2). Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

Простейший способ измерения оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы основан на использовании формулы линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D \quad (1) \text{ или } \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (2)$$

В качестве предмета используется светящаяся лампочка. Действительное изображение нити накала лампочки получают на экране.

Ход работы.

- 1.Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
- 2.Поставить лампочку и экран по краям стола, между ними поместить линзу. Перемещая линзу, получить резкое изображение светящейся нити лампочки.
- 3.Измерить расстояния  $d$  и  $f$ , обратите внимание на точность измерения расстояний.
- 4.Рассчитать по формулам (1) и (2) оптическую силу и фокусное расстояние линзы.
- 5.Вывод по работе

Какую форму имеет каждый элемент рефлекторного стекла фары? Почему выбрана именно такая форма?

## Практическое задание № 2. Изучение интерференции и дифракции света (коучинг)

Цель – экспериментально изучить явление интерференции и дифракции.

Оборудование: стаканы с раствором мыла, кольцо проволочное с ручкой, капроновая ткань, компакт-диск, лампа накаливания, штангенциркуль, две стеклянные пластины, лезвие, пинцет, капроновая ткань.

*Методические указания:*

Теория

Интерференция – явление характерное для волн любой природы: механических, электромагнитных. "Интерференция волн – сложение в пространстве двух (или нескольких) волн, при котором в разных его точках получается усиление или ослабление

результатирующей волны”. Для образования устойчивой интерференционной картины необходимы когерентные (согласованные) источники волн.

Когерентными называются волны, имеющие одинаковую частоту постоянную разность фаз. условия максимумов условия минимумов, где  $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$  (разность хода волн равна четному числу полуволн). Волны от источников S1 и S2 придут в точку C в одинаковых фазах и "усилят друг друга". - фазы колебаний - разность фаз  $A=2X_{\max}$  – амплитуда результирующей волны, где  $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$  (разность хода волн равна нечетному числу полуволн) Волны от источников S1 и S2 придут в точку C в противофазах и "погасят друг друга". - фазы колебаний - разность фаз  $A=0$  – амплитуда результирующей волны.

Интерференционная картина – регулярное чередование областей повышенной и пониженной интенсивности света. Интерференция света – пространственное перераспределение энергии светового излучения при наложении двух или нескольких световых волн. Следовательно, в явлениях интерференции и дифракции света соблюдается закон сохранения энергии. В области интерференции световая энергия только перераспределяется, не превращаясь в другие виды энергии. Возрастание энергии в некоторых точках интерференционной картины относительно суммарной световой энергии компенсируется уменьшением её в других точках (суммарная световая энергия – это световая энергия двух световых пучков от независимых источников).

Светлые полосы соответствуют максимумам энергии, темные – минимумам.

Дифракция – явление отклонения волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия и огибании волной малых препятствий. Условие проявления дифракции:  $d < \lambda$ , где  $d$  – размер препятствия,  $\lambda$  – длина волны. Размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или соизмеримы с длиной волны. Существование этого явления (дифракции) ограничивает область применения законов геометрической оптики и является причиной предела разрешающей способности оптических приборов.

Дифракционная решетка – оптический прибор, представляющий собой периодическую структуру из большого числа регулярно расположенных элементов, на которых происходит дифракция света. Штрихи с определенным и постоянным для данной дифракционной решетки профилем повторяются через одинаковый промежуток  $d$  (период решетки). Способность дифракционной решетки раскладывать падающий на нее пучок света по длинам волн является ее основным свойством. Различают отражательные и прозрачные дифракционные решетки. В современных приборах применяют в основном отражательные дифракционные решетки. Условие наблюдения дифракционного максимума:

**Задание № 1.** ответьте письменно на все поставленные вопросы и приступите к выполнению работы

#### ХОД ЗАНЯТИЯ:

Опыт 1. Опустите проволочную рамку в мыльный раствор. Пронаблюдайте и зарисуйте интерференционную картину в мыльной пленке. При освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникает окрашивание светлых полос: вверху – синий цвет, внизу – в красный цвет. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь. Пронаблюдайте за ним. При освещении его белым светом наблюдают образование цветных интерференционных колец. По мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Ответьте на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

Опыт 2. Тщательно протрите стеклянные пластинки, сложите их вместе и сожмите пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты, дающие яркие радужные кольцеобразные или

замкнутые неправильной формы полосы. При изменении силы, сжимающей пластинки, расположение и форма полос изменяются как в отраженном, так и в проходящем свете. Зарисуйте увиденные вами картинку.

Ответьте на вопросы:

1. Почему в отдельных местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?
2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение полученных интерференционных полос?

Опыт 3. Положите горизонтально на уровне глаз компакт-диск. Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

Опыт 4. Возьмите с помощью пинцета лезвие безопасной бритвы и нагрейте его над пламенем горелки. Зарисуйте наблюдаемую картину

Ответьте на вопросы:

1. Какое явление вы наблюдали?
2. Как его можно объяснить?
3. Какие цвета, и в каком порядке появляются на поверхности лезвия при его нагревании?

Опыт 5. Посмотрите сквозь капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест.

Опыт 6. Пронаблюдайте две дифракционные картины при рассмотрении нити горячей лампы через щель, образованную губками штангенциркуля (при ширине щели 0,05 мм и 0,8 мм). Опишите изменение характера интерференционной картины при плавном повороте штангенциркуля вокруг вертикальной оси (при ширине щели 0,8 мм). Этот опыт повторите с двумя лезвиями, прижав их друг к другу. Опишите характер интерференционной картины. Запишите выводы. Укажите, в каких из проделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции? дифракции?

## РАЗДЕЛ 5. ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

### Тема 5.2. Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы.

**Практическое задание № 1. «Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы».**

**Решение задач «Эволюция звезд. Гипотеза происхождения Солнечной системы».**

1. Яркость солнечной короны составляет примерно  $10^{-6}$  от яркости Солнца. Она светится за счет рассеяния света Солнца на свободных электронах. Оцените массу солнечной короны.
2. Найдите линейный радиус круглого солнечного пятна, которое вызывало бы такое же падение яркости Солнца на Земле, которое наблюдается во время прохождения Венеры по диску Солнца. Температура в солнечном пятне равна  $4200\text{K}$ , оно находится в центре диска Солнца. Потемнением диска Солнца к краю пренебречь.
3. Как изменилась бы видимая звездная величина Луны в полнолуние, если бы ее альбедо увеличилось по сравнению с современным в три раза?
4. Чему равна температура поверхности Луны в подсолнечной точке?
5. В 2000г. была открыта очередная малая планета из семейства транснептуновых планет «Плутино» («Плутончики»), которая имеет диаметр  $D = 650\text{км}$ , ее расстояние от Солнца в афелии  $r_Q = 5,6\text{млрд км}$ , а в перигелии –  $r_q = 2,7\text{млрд км}$ . Определить максимальный блеск Плутино при наблюдениях с Земли (влияние атмосферы не учитывать), при условии, что коэффициент отражения от поверхности планеты  $A = 0,2$ .

6. Предположим, что вокруг звезды с температурой  $T_*$  и средней плотностью  $\bar{\rho}_*$  движется планета. Пусть она не имеет атмосферы, обращена к звезде одной стороной и имеет такое же альbedo  $A$ , что и у Луны. Чему равен период обращения этой планеты по орбите, если температура на ее поверхности такая же, как на Луне? Как зависит температура на поверхности планеты от зенитного расстояния Солнца? Считается, что и звезда, и планета излучают как абсолютно черное тело.
7. 14 ноября 2003 года была открыта карликовая планета Седна, радиус которой составляет примерно 750 км. Ее минимальное удаление от Солнца составляет 76 а.е. (астрономических единиц), а наибольшее – 960 а.е. Сравните блеск Солнца на Седне в афелии с блеском Луны на Земле.
8. Экзопланета Corot-Echo-7, открытая 3.02.2009 по транзиту при помощи французской космической обсерватории COROT, менее чем в два раза превосходит Землю по диаметру, а ее масса сопоставима с земной. Экзопланета совершает полный оборот вокруг звезды (очень похожей на Солнце) примерно за 20 часов. Оцените температуру на поверхности этой экзопланеты. Что ожидает ее в будущем?
9. В европейской Южной Обсерватории (ESO) создается OWL («Чрезвычайно большой телескоп») с диаметром зеркала 100 м и дифракционным качеством изображения в оптическом диапазоне. Можно ли будет с помощью этого телескопа увидеть хотя бы отдельные пятна на звезде  $\alpha$  Cen A как протяженные объекты. Звезда  $\alpha$  Cen A – звезда, очень похожая на Солнце и находящаяся от него на расстоянии примерно 1,3 пк.
10. Оцените частотный диапазон, в котором может работать радиотелескоп-рефлектор диаметром  $D = 10$  м, сделанный из металлической сетки с ячейками 1 см.
11. Звезда Капелла относится к тому же спектральному классу, что и Солнце. Расстояние до нее равно  $r = 13$  пк, а на нашем небе она выглядит как звезда  $m = 0,1^m$ . На каком расстоянии от Капеллы должна находиться планета со средней плотностью  $1 \text{ г/см}^3$ , чтобы условия на ее поверхности были схожи с земными? Какая масса должна быть у этой планеты?
12. В желтых лучах звезды  $A$  и  $B$  светят одинаково, а в красных лучах звезда  $B$  на  $0,1^m$  ярче, чем звезда  $A$ . Какая из звезд горячее?
13. В далекой галактике вспыхнула сверхновая звезда. Ее блеск в максимуме составил  $m = 22^m$ . Линия водорода  $H_\beta$ , наблюдавшаяся в ее спектре совместилась с линией  $H_\alpha$  лабораторного водородного стандарта. Какой блеск имела бы эта сверхновая, если бы она находилась вблизи центра нашей Галактики, на расстоянии  $r_c = 8$  кпк от Солнца? Лабораторные длины волн линий  $H_\alpha$  и  $H_\beta$  равны  $\lambda_\alpha = 6563 \text{ \AA}$  и  $\lambda_\beta = 4861 \text{ \AA}$ , постоянная Хаббла  $H = 70 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$ . Межзвездным и межгалактическим поглощением пренебречь.
14. У затменной переменной звезды глубина главного и вторичного минимумов составляет соответственно  $0,55^m$  и  $0,11^m$ . Определите, если это возможно: отношение масс, отношение радиусов, отношение эффективных температур и отношение светимостей двух звезд, входящих в систему. Потемнением дисков звезд к краю пренебречь.
15. На северном небе 2000 звезд 6-й видимой звездной величины. Во сколько раз их общий свет сильнее света Сириуса, блеск которого  $-1,46^m$ ?
16. В планетарной туманности наблюдаются очень яркие «небулярные» линии азота и кислорода. Условием их возникновения является то, что за время нахождения в возбужденном состоянии атом не должен столкнуться ни с одним электроном окружающей среды. Оцените

среднюю концентрацию электронов в планетарной туманности, если известно, что по относительной интенсивности этих линий температура составляет  $10000\text{K}$ , а время жизни около  $50$  секунд. Эффективное сечение взаимодействия атома с электроном равно  $10^{-16}\text{см}^2$ .

17. С самого края большой спиральной галактики, удаленной от нас на  $2\text{Mпк}$  и видимой на Земле «с ребра» как тонкая нить размером  $1^\circ$ , был получен радиосигнал, похожий на позывные далекой цивилизации. С помощью телескопа с фокусным расстоянием  $2\text{м}$  и дифракционной решетки с разрешением  $\mu = 5\text{А}^\circ/\text{мм}$  со щелью, направленной вдоль оси галактики, был получен ее спектр. Линии в желто-зеленой части спектра ( $5500\text{А}^\circ$ ) оказались наклоненными под углом  $\alpha = 5^\circ$  к нормальному положению. В какую область галактики нужно послать ответный сигнал далекой цивилизации? Орбиты звезд вокруг центра галактики считать круговыми.

18. Скопление галактик состоит из  $10000$  одинаковых галактик с блеском  $18^m$  каждая. Все скопление на земном небе имеет угловой диаметр  $5^\circ$ . Спектральные измерения показали, что красное смещение скопления составляет  $0,1$ , а разность лучевых скоростей отдельных галактик и лучевой скорости скопления достигает  $\pm 500\text{км}/\text{с}$ . Определить вклад темной материи в массу скопления. Считайте, что все галактики состоят из звезд, похожих на Солнце.

19. Оцените массу Галактики по расстоянию Солнца от центра Галактики и скорости его движения по галактической орбите.

20. Ширина линии  $H_\beta$  ( $\lambda = 4863\text{А}^\circ$ ) в спектре ядра сейфертовской галактики составляет около  $30\text{А}^\circ$ . Каков разброс характерных скоростей движения облаков излучающего газа в ядре этой галактики?

## 2.2. Задания для промежуточной аттестации

### Вопросы к дифференцированному зачету

1. Кинематика материальной точки.
2. Энергия, масса и импульс фотона.
3. Давление света.
4. Опыты Лебедева.
5. Эффект Комптона.
6. Диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств излучения.
7. Угловые характеристики движения: угол поворота, угловая скорость и ускорение.
8. Связь линейных и угловых величин.
9. Уравнение движения.
10. Закон Фарадея.
11. Правило Ленца.
12. Самоиндукция.
13. Взаимная индукция.
14. Индуктивность.
15. Вихревое электрическое поле.
16. Вихревые токи.
17. Газовые законы, уравнение состояния идеального газа.
18. Распределение Максвелла. Измерение скоростей молекул (опыты Штерна и Эльдриджа).

19. Барометрическая формула, распределение Больцмана, опыты Перрена.
20. Напряжение и Э.Д.С.
21. Закон Ома в интегральной форме и дифференциальной форме.
22. Работа и мощность тока.
23. Законы Кирхгофа.
24. Продольные и поперечные волны.
25. Уравнение плоской гармонической волны.
26. Интерференция и дифракция волн.
27. Строение жидкостей, ближний порядок.
28. Поверхностный слой, поверхностное натяжение, капиллярные явления.
29. Строение твёрдых тел
30. Релятивистский импульс, релятивистская форма второго закона Ньютона.
31. Взаимосвязь массы и энергии.
32. Магнитные моменты электрона и атома.
33. Намагничивание вещества.
34. Классификация веществ по магнитным свойствам.
35. Ферромагнетизм. Ферриты.
36. Момент инерции, момент импульса твердого тела.
37. Закон сохранения момента импульса твердого тела.
38. Гироскопический эффект.
39. Квантовая оптика.
40. Тепловое излучение, его особенности и характеристики.
41. Абсолютно черное тело.
42. Закон Кирхгофа.
43. Закон Стефана-Больцмана.
44. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.
45. Закон Вина.
46. Кинематика вращательного и колебательного движения материальной точки
47. Современная физическая картина мира.
48. Иерархия структур материи, эволюция Вселенной.
49. Физическая картина мира как философская категория.
50. Гармонический и ангармонический осциллятор.
51. Свободные колебания и их уравнение движения.
52. Собственная частота и энергия колебаний.
53. Затухающие колебания. Ангармонизм.
54. Параметры затухания колебаний.
55. Радиоактивность и ее виды.
56. Закон радиоактивного распада.
57. Активность источников излучения.
58. Происхождение и закономерности альфа-, бета- и гамма-излучений атомных ядер.
59. Ядерные реакции и законы сохранения.
60. Реакция деления ядра.

### 3. Критерии оценивания

#### *Критерии оценивания выполнения заданий практических занятий*

Оценка *"отлично"* – задание выполнено в полном объеме, даны правильные ответы на контрольные вопросы, сделаны логически точные выводы.

Оценка *"хорошо"* – задание выполнено в полном объеме, даны правильные ответы на контрольные вопросы, не все выводы логически точны и правильны.

Оценка *"удовлетворительно"* – задание выполнено в полном объеме, есть ошибки в ответах на контрольные вопросы, не все выводы правильные.

Оценка *"неудовлетворительно"* – задание не выполнено, ответов нет, выводов нет.

### ***Критерии оценивания выполнения заданий по решению задач***

Оценка «**отлично**» выставляется, если работа выполнена самостоятельно в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделан вывод, а также представлены ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «**хорошо**» выставляется в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но: было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или в процессе работы обращались к преподавателю за консультацией.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется в том случае, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что можно сделать выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью;

б) или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок, а, именно, в записях единиц измерения, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится в том случае, если: работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3».

### ***Критерии оценивания дифференцированного зачета:***

Оценка "*отлично*" –

1. Глубокое и прочное усвоение программного материала.
2. Точность и обоснованность выводов.
3. Безошибочное выполнение практического задания.
4. Точные, полные и логичные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка "*хорошо*" –

1. Хорошее знание программного материала.
2. Недостаточно полное изложение теоретического вопроса экзаменационного билета.
3. Наличие незначительных неточностей в употреблении терминов, классификаций.
4. Неполнота представленного иллюстративного материала.
5. Точность и обоснованность выводов.
6. Логичное изложение вопроса, соответствие изложения научному стилю.
7. Негрубая ошибка при выполнении практического задания.

Оценка "*удовлетворительно*" –

1. Поверхностное усвоение программного материала.
2. Недостаточно полное изложение теоретического вопроса экзаменационного билета.
3. Затруднение в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения.
4. Наличие неточностей в употреблении терминов, классификаций.
5. Неумение четко сформулировать выводы.
6. Отсутствие навыков научного стиля изложения.
7. Грубая ошибка в практическом задании.
8. Неточные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка *"неудовлетворительно"* –

1. Незнание значительной части программного материала.
2. Неумение выделить главное, сделать выводы и обобщения.
3. Грубые ошибки при выполнении практического задания.
4. Неправильные ответы на дополнительные вопросы.