

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Чирикова Лилия Ивановна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 16.10.2026 14:09:30
Уникальный программный ключ:
750e77999bb0631a45cbf7b4a579c1095bcef032814fee919138f73a4ce0cad5

Приложение к ППССЗ
для всех специальностей
23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОУП.11 Физика

**основной профессиональной образовательной программы
для специальности**

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

(Базовая подготовка среднего профессионального образования)

Содержание

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств.
 2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.
 3. Оценка освоения учебной дисциплины:
 - 3.1 Формы и методы оценивания.
 - 3.2 Кодификатор оценочных средств.
 4. Задания для оценки освоения дисциплины.
- Приложение

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

Освоение содержания учебной дисциплины «ООД.12 ФИЗИКА» обеспечивает достижение студентами следующих результатов:

личностных (Л):

- Л.1. Развитие чувства гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки; физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;
- Л.2. Готовность к продолжению образования и повышения квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;
- Л.3. Развитие умения использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;
- Л.4. Умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;
- Л.5. Умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;
- Л.6. Умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития;

метапредметных (М):

- М.1. Использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- М.2. Развитие использования основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей,

поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;

- М.3. Развитие умения генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- М.4. Умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- М.5. Умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- М.6. Умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации;

предметных (П):

- П.1. Формирование представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач
- П.2. Формирование основополагающих физических понятий, закономерностей, законов и теорий; уверенное использование физической терминологии и символики;
- П.3. Формирование владения основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- П.4. Умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- П.5. Сформированность умения решать физические задачи;
- П.6. Сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе,

профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;

- П.7. Сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

личностных, осваиваемых в рамках программы воспитания (ЛР):

- ЛР2 Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости, экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций;

- ЛР4 Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»;

- ЛР23 Получение обучающимися возможности самораскрытия и самореализация личности;

- ЛР30 Осуществляющий поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения различных задач, профессионального и личностного развития.

Формой аттестации по учебной дисциплине является экзамен.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих, профессиональных компетенций и личностных результатов в рамках программы воспитания:

Результаты обучения:	Показатели оценки результата.	Форма контроля и оценивания.
У1. Описывать и объяснять физические явления и свойства тел: движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект.	Описывает и объясняет физические явления и свойства тел: движение небесных тел и искусственных спутников Земли; свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У2. Отличать гипотезы от научных теорий.	Отличает гипотезы от научных теорий; Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У3. Делать выводы на основе экспериментальных данных.	Делает выводы на основе экспериментальных данных;	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У4. Приводить примеры,	Приводит примеры,	Устный опрос;

показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления.	показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления.	Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У5. Приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров.	Приводит примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У6. Воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях;	Воспринимает и на основе полученных знаний самостоятельно оценивает информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях;	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У7. Применять полученные знания при решении физических задач; способы выполнения.	Применяет полученные знания при решении физических задач.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У8. Определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле.	Определяет характер физического процесса по графику, таблице, формуле.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У9. Измерять ряд физических величин, представляя	Измеряет ряд физических величин, представляя	Устный опрос; Лабораторная

результаты измерений с учетом их погрешностей.	результаты измерений с учетом их погрешностей.	работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
У10. Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.	Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
31. Смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная.	Знает смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения, планета, звезда, галактика, Вселенная.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
32. Смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд.	Знает смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
33. Смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта.	Знает смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;
34. Вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики.	Знает вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики.	Устный опрос; Лабораторная работа; Тестирование; Самостоятельная работа;

3. Оценка освоения учебной дисциплины:

3.1 Формы и методы контроля.

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине ОУП.11 ФИЗИКА, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций, а также личностных результатов в рамках программы воспитания.

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Элемент УД	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Формы контроля	Проверяемые Л, П, М, ЛР	Формы контроля	Проверяемые Л, П, М, ЛР	Форма контроля	Проверяемые Л, П, М, ЛР
Раздел 1. Механика			Входной контроль, <i>KPN№1</i>	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30	Экзамен Э	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30
Тема 1.1. Основы кинематики	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 1.2 Основы динамики	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 1.3 Законы сохранения	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Раздел 2. Молекулярная			<i>KPN№2</i>	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-	Экзамен Э	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-

физика и основы термодинамики				М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30		М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30
Тема 2.1 Основы молекулярно- кинетической теории газов	УО, СР, ЛРН ^о 1	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 2.2 Основы термодинамики	УО, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 2.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы	УО, Т, СР, ЛРН ^о 2, ЛРН ^о 3	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Раздел 3. Электродинамика			КРН ^о 3	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30	<i>Экзамен Э</i>	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30
Тема 3.1 Электрическое поле	УО, Т, СР, ЛРН ^о 4	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				

Тема 3.2 Законы постоянного тока	УО, Т, СР, ЛР№5, ЛР№6, ЛР№7, ЛР№8, ЛР№9, ЛР№10	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 3.3 Электрический ток в различных средах	УО, Т, СР, ЛР№11	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 3.4 Магнитное поле	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 3.5 Электромагнитная индукция	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Раздел 4 Колебания и волны			КР№4	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30	Экзамен Э	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30
Тема 4.1 Механические колебания и волны	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.;				

		ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны	УО, Т, СР, ЛР№12	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Раздел 5. Оптика			КР№5	ОК 01-ОК 05; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30	<i>Экзамен Э</i>	ОК 01-ОК 05; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30
Тема 5.1 Природа света	УО, СР, ЛР№13	ОК 01-ОК 05; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 5.2 Волновые свойства света	УО, СР, ЛР№14, ЛР№15	ОК 01-ОК 05; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 5.3 Специальная теория относительности	УО, Т, СР	ОК 01-ОК 05; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Раздел 6.			КР№6	ОК 01-ОК 07;	<i>Экзамен Э</i>	ОК 01-ОК 07;

Элементы квантовой физики				Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30		Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30
Тема 6.1 Квантовая оптика	УО, Т, СР, ЛР№16	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				
Тема 6.2 Физика атома и атомного ядра	УО, Т, СР, ЛР№17	ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.- М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30				

3.2 Кодификатор оценочных средств.

Функциональный признак оценочного средства (тип контрольного задания)	Код оценочного средства
Устный опрос	УО
Лабораторная работа № n	ЛР № n
Тестирование	Т
Контрольная работа № n	КР № n
Задания для самостоятельной работы - реферат; - доклад; - сообщение; - ЭССЕ.	СР
Разноуровневые задачи и задания (расчётные, графические)	РЗЗ
Рабочая тетрадь	РТ
Проект	П
Деловая игра	ДИ
Кейс-задача	КЗ
Зачёт	З
Дифференцированный зачёт	ДЗ
Экзамен	Э

4.Задания для оценки освоения дисциплины

Входной контроль

Вариант 1

В заданиях 1-9 выберите правильный ответ и запишите его в бланк ответов. Для заданий 10, 11, 12 напишите полное обоснованное решение и запишите его в бланк ответов.

Критерии оценивания.

Задания 1 – 9 оцениваются в 1 балл. Задания 10,11,12 в 2 балла.

1. Относительно какого тела или частей тела пассажир, сидящий в движущемся вагоне, находится в состоянии покоя?
 1. земли.
 2. вагона.
 3. колеса вагона.
 4. рельс
2. При равноускоренном движении скорость тела за 5 с изменилась от 10 м/с до 25 м/с. Определите ускорение тела.
 1. 4 м/с^2 ;
 2. 2 м/с^2 ;
 3. -2 м/с^2 ;
 4. 3 м/с^2 .
3. Дана зависимость координаты от времени при равномерном движении: $x=2+3t$. Чему равны начальная координата и скорость тела?
 1. $x_0=2$, $V=3$;
 2. $x_0=3$, $V=2$;
 3. $x_0=3$, $V=3$;
 4. $x_0=2$, $V=2$.
4. Установите соответствие между физическими открытиями и учеными и заполните таблицу ниже. Получившуюся последовательность цифр запишите без запятых и пробелов в бланк ответов.

А	Б	В

5. Под

Открытие

- А) закон о передачи давления жидкостями и газами
Б) закон всемирного тяготения
В) открытие атмосферного давления

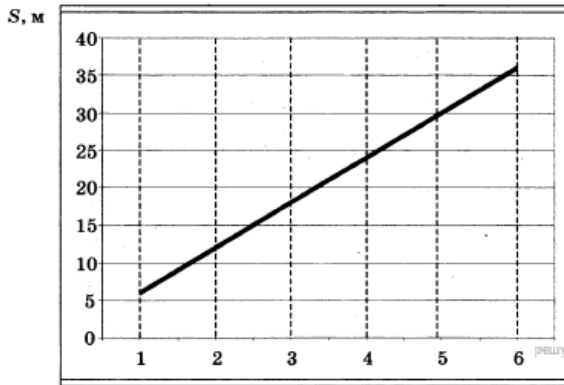
Ученый

- 1) Паскаль
2) Торричелли
3) Архимед
4) Ньютон

действием силы 10Н тело движется с ускорением 5 м/с^2 . Какова масса тела?

1. 2кг.
2. 0,5 кг.
3. 50 кг.
4. 100кг.

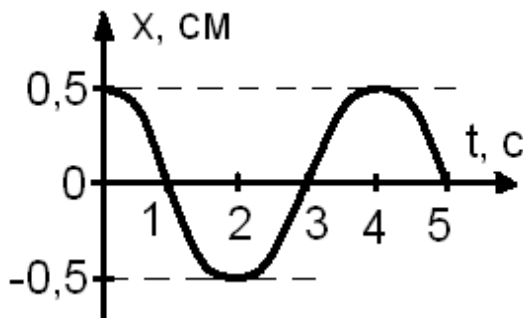
6. При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t . График полученной зависимости приведён на рисунке.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Скорость тела равна 6 м/с.
- 2) Ускорение тела равно 2 м/с^2 .
- 3) Тело движется равноускорено.
- 4) За вторую секунду пройден путь 6 м.
- 5) За пятую секунду пройден путь 30 м.

7. По графику зависимости координаты колеблющегося тела от времени (рисунок 2) определите амплитуду колебаний.



1. 0.5 м;
2. -0.5 м;
3. 4 м;
4. 2 м

8. Чему равна масса груза, лежащего на полу лифта, который начинает движение вверх с ускорением 3 м/с^2 . Груз давит на пол лифта с силой 520 Н.

- 1) 60 кг
- 2) 50 кг
- 3) 40 кг
- 4) 5 кг

9. Установите соответствие между приборами и физическими величинами и заполните таблицу ниже. Получившуюся последовательность цифр запишите без запятых и пробелов в бланк ответов.

Прибор
 А) психрометр
 Б) манометр
 В) спидометр

Физические величины
 1) давление
 2) скорость
 3) сила
 4) влажность воздуха

А	Б	В

10. Тележка массой 2 кг движущаяся со скоростью 3 м/с сталкивается с неподвижной тележкой массой 4 кг и сцепляется с ней. Определите скорость обеих тележек после взаимодействия?
11. Автомобиль двигался со скоростью 10 м/с, затем выключил двигатель и начал торможение с ускорением 2 м/с². Какой путь пройден автомобилем за 7 с момента начала торможения?
12. Подъёмный кран равномерно поднимает груз массой 1,5 тонны со скоростью 0,4 м/с. Определите мощность двигателя крана, если известно, что его коэффициент полезного действия 60%.

Вариант 2

В заданиях 1-9 выберите правильный ответ и запишите его в бланк ответов. Для заданий 10, 11, 12 напишите полное обоснованное решение и запишите его в бланк ответов.

Критерии оценивания.

Задания 1 – 9 оцениваются в 1 балл. Задания 10, 11, 12 в 2 балла.

- В каком из следующих случаев движение тела можно рассматривать как движение материальной точки?
 - Движение автомобиля из одного города в другой.
 - Движение конькобежца, выполняющего программу фигурного катания.
 - Движение поезда на мосту.
 - Вращение детали, обрабатываемой на станке.
- При равноускоренном движении скорость тела за 6 с изменилась от 6 м/с до 18 м/с. Определите ускорение тела.
 - 4 м/с²;
 - 2 м/с²;
 - 2 м/с²;
 - 3 м/с².
- Из предложенных уравнений укажите уравнение равноускоренного движения.
 - $x=2t$;

2. $x=2+2t$;
3. $x=2+2t^2$;
4. $x=2-2t$.

4. Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерений и заполните таблицу ниже. Получившуюся последовательность цифр запишите без запятых и пробелов в бланк ответов.

Физические величины

А) скорость

Б) давление

В) вес тела

Единицы измерения

1) Па

2) Дж

3) м/с

4) Н

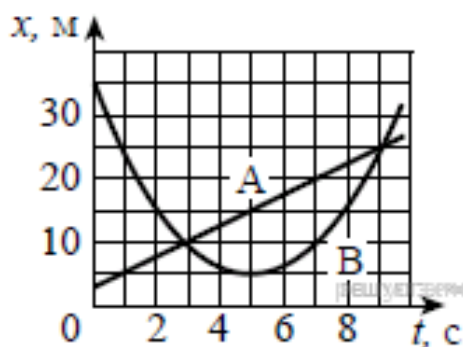
5) кг

А	Б	В

5. Как будет двигаться тело массой 4 кг, если равнодействующая всех сил, действующих на него равна 8 Н?

1. Равномерно прямолинейно.
2. Равномерно со скоростью 2 м/с.
3. Равноускорено с ускорением 2 м/с².
4. Равноускорено с ускорением 0,5 м/с².

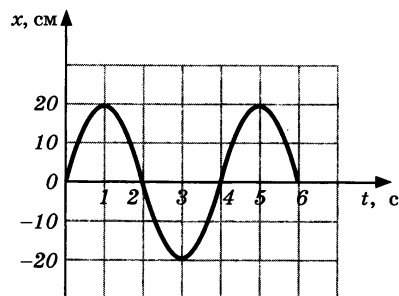
6. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось Ох. Выберите два верных утверждения о движении тел.



- 1) Тело А движется равноускорено.
- 2) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

7. По графику зависимости координаты колеблющегося тела от времени (рисунок 2) определите период колебаний.

1. 4 с;
2. 5 с;
3. 8 с;
4. 2 с.



8. Чему равна масса груза, лежащего на полу лифта, который начинает движение вверх с ускорением 5 м/с^2 . Груз давит на пол лифта с силой 585 Н .

- 1) 49 кг
- 2) 45 кг
- 3) 39 кг
- 4) 15 кг

9. Установите соответствие между приборами и физическими величинами, которые они измеряют. Заполните таблицу. Получившуюся последовательность цифр запишите без запятых и пробелов в бланк ответов.

Прибор	Физические величины
А) термометр	1) давление
Б) барометр-анероид	2) скорость
В) динамометр	3) сила
	4) температура

А	Б	В

10. Тело массой 3 кг движется со скоростью 7 м/с и сталкивается с покоящимся телом массой 4 кг . Определите скорость их совместного движения.

11. Автомобиль двигался со скоростью 25 м/с , затем выключил двигатель и начал торможение с ускорением 5 м/с^2 . Какой путь пройден автомобилем за 4 с момента начала торможения?

12. Подъёмный кран равномерно поднимает груз массой $2,5 \text{ тонны}$ со скоростью $0,2 \text{ м/с}$. Определите мощность двигателя крана, если известно, что его коэффициент полезного действия 40% .

Бланк ответов

ГРУППА _____

Профессия/специальность _____

(Фамилия, имя) _____

Вариант _____

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответ									

(Ниже вы можете записать решение задач под номерами 10, 11, 12.)

Контролируемые компетенции: ОК 03, ОК 05; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Ключ:

N задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 вар	2	4	1	142	1	14	1	3	412	1м/с	25м	10000Вт
2вар	1	2	3	314	3	25	2	3	413	3м/с	40м	12500Вт

Критерии оценки:

- «2» выставляется обучающемуся, если набрал менее 7 баллов;
- «3» выставляется обучающемуся, за 10, 9, 8, 7 баллов;
- «4» выставляется обучающемуся, за 13, 12, 11 баллов;
- «5» выставляется обучающемуся, за 14 или 15 баллов.

Раздел 1. Механика

Тема 1.1. Основы кинематики

Устный опрос (УО)

1. Что изучает механика?
2. Дайте определение механического движения. Приведите примеры.
3. Какое движение называется поступательным?
4. В чем заключается основная задача механики?
5. Что такое тело отсчета?
6. Что такое система отсчета? Зачем в ней нужны часы?
7. Приведите примеры задач, решением которых занимается современная физика.
8. Дайте определение материальной точки
9. Дайте определение материальной точки Примеры.
10. Зависит ли траектория движения тела от выбора СО? Примеры
11. Что такое путь? Какова его единица в СИ?
12. Почему, зная путь не всегда можно определить положение тела?
13. Дайте определение перемещения. Каким символом его обозначают?
14. При каких условиях модуль перемещения равен пройденному пути?
15. Запишите формулу определения положения тела в пространстве через проекции.
16. Какое движение называется прямолинейным равномерным?
17. Дайте характеристику скорости равномерного прямолинейного движения

18. Какой вид имеет график зависимости скорости от времени при равномерном прямолинейном движении?
19. Как вычислить перемещение тела, если известны скорость и время движения тела?
20. Каков геометрический смысл перемещения?

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера

- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Тестирование (Т)

I вариант.

1. Какое изменение, происходящее с телами, можно считать механическим движением:
а) движение лодки относительно берега
б) таяние льда
в) кипение воды
2. Какое изменение, происходящее с телами, можно считать механическим движением:
а) таяние льда
б) волны, образующиеся на поверхности воды
в) кипение воды
3. Какое изменение, происходящее с телами, можно считать механическим движением:
а) кипение воды
б) таяние льда
в) колебания поршня в двигателе внутреннего сгорания
4. Какое изменение, происходящее с телами, можно считать механическим движением:
а) колебания струны
б) таяние льда
в) кипение воды
5. Скорость автомобиля увеличилась в 2 раза. При этом тормозной путь:
а) не изменился
б) увеличился в 2 раза
в) увеличился в 4 раза
6. Машина едет по прямой дороге равномерно. Можно ли рассматривать движение машины как процесс:
а) можно, так как любое движение – уже процесс
б) нельзя, так как при этом движении его характер не меняется
в) можно, так как положение машины изменяется со временем
7. Какие параметры тела сохраняются, когда мы его заменяем моделью, т. е. считаем материальной точкой:

- а) длина
- б) форма тела, если она сферическая
- в) масса

8. Поезд отправляется. По платформе параллельно поезду равномерно движется носильщик с тележкой. Пассажир поезда забыл отдать книгу провожающему его человеку и выкидывает ему книгу из окна купе. Относительно каких тел уравнения движения книги будут одинаковы:

- а) относительно носильщика, провожающего и перрона
- б) относительно перрона и провожающего
- в) относительно пассажира и носильщика

9. При решении задач кинематики о движении тел мы фактически рассматривали эти тела как материальные точки (например, задачи о движении тела, брошенного под углом к горизонту). Мы пользовались упрощённой моделью достаточно сложного движения. Чем мы пренебрегали при решении задач этого типа:

- а) сопротивлением воздуха
- б) массой тела
- в) формой и размерами тела

10. Поезд отправляется. По платформе параллельно поезду равномерно движется носильщик с тележкой. Пассажир поезда забыл отдать книгу провожающему его человеку и выкидывает ему книгу из окна купе. Относительно каких систем отсчёта характер движения книги будет одинаковым, то есть какие системы отсчёта будут инерциальными:

- а) относительно пассажира, провожающего, носильщика, перрона
- б) относительно перрона, носильщика, провожающего
- в) относительно пассажира и провожающего

11. Скорость тела и радиус окружности, по которой оно движется, увеличились в два раза. Центростремительное ускорение:

- а) увеличилось в 2 раза
- б) уменьшилось в 2 раза
- в) не изменилось

12. Могут ли скорости прохождения пути и перемещения быть равны:

- а) могут в случае прямолинейного движения
- б) могут в случае прямолинейного движения в одном направлении
- в) могут в случае прямолинейного движения в разных направлениях

13. Какая из перечисленных величин – вектор:

- а) скорость
- б) путь
- в) масса

14. Какая из перечисленных величин – вектор:
- а) путь
 - б) сила тока
 - в) перемещение
15. Укажите правильное утверждение:
- а) от выбора системы отсчёта зависит решение задачи
 - б) тело отсчёта выбирается таким образом, чтобы движение выглядело наиболее просто
 - в) в условии задачи указана система отсчёта
16. Укажите правильное утверждение:
- а) тело отсчёта выбирается таким образом, чтобы движение выглядело наиболее просто
 - б) выбор системы отсчёта зависит от условий данной задачи
 - в) от выбора системы отсчёта зависит ответ задачи
17. Укажите правильное утверждение:
- а) тело отсчёта выбирается таким образом, чтобы движение выглядело наиболее просто
 - б) от выбора системы отсчёта зависит ответ задачи
 - в) тело отсчёта выбирается таким образом, чтобы движение выглядело бы наиболее просто, и в то же время мы могли бы ответить на вопрос задачи
18. Теплоход движется вниз по течению реки с постоянной скоростью. По палубе прогуливается человек. Характер движения человека относительно теплохода и берега:
- а) одинаков, пока человек движется равномерно
 - б) одинаков во всех случаях
 - в) разный, так как скорости человека относительно теплохода и берега различны
19. В каком случае Землю можно считать материальной точкой:
- а) при измерении магнитного поля Земли
 - б) при исследовании ядра Земли
 - в) при рассмотрении её движения вокруг Солнца
20. В каком случае Землю можно считать материальной точкой:
- а) при попадании на неё метеорита
 - б) при расчёте траекторий спутников Земли
 - в) при измерении магнитного поля Земли

II вариант.

1. Скорость тела, движущегося по окружности постоянного радиуса, увеличилась в два раза. Центробежное ускорение:

- а) увеличилось в 4 раза
- б) увеличилось в 2 раза
- в) не изменилось

2. Поезд отправляется. По платформе параллельно поезду равномерно движется носильщик с тележкой. Пассажир поезда забыл отдать книгу провожающему его человеку и выкидывает ему книгу из окна купе. Каким будет характер движения книги относительно инерциальных систем отсчёта, если пренебречь сопротивлением воздуха:

- а) равноускоренным, с ускорением, равным сумме ускорения свободного падения и ускорения поезда
- б) равноускоренным, с ускорением свободного падения
- в) сложный характер движения

3. Выберите неправильное утверждение:

- а) выбор системы отсчёта зависит от условий данной задачи
- б) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость может увеличиваться, а может и уменьшаться
- в) направление ускорения определяет направление движения

4. Выберите неправильное утверждение:

- а) выбор системы отсчёта зависит от условий данной задачи
- б) движение с постоянным ускорением называется прямолинейным равноускоренным движением
- в) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость может увеличиваться, а может и уменьшаться

5. Выберите неправильное утверждение:

- а) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость может увеличиваться, а может и уменьшаться
- б) выбор системы отсчёта зависит от условий данной задачи
- в) направление ускорения определяет направление движения

6. Выберите неправильное утверждение:

- а) выбор системы отсчёта зависит от условий данной задачи
- б) если движение прямолинейно, то ускорение постоянно
- в) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость может увеличиваться, а может и уменьшаться

7. Выберите не правильные утверждение:

- а) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость увеличивается
- б) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость может увеличиваться, а может и уменьшаться
- в) выбор системы отсчёта зависит от условий данной задачи

8. Выберите правильное утверждение:
- а) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость увеличивается
 - б) если ускорение постоянно, то движение прямолинейно
 - в) при прямолинейном движении с постоянным ускорением скорость может увеличиваться, а может и уменьшаться
9. Двигаясь равномерно, велосипедист проезжает 40 м за 4 с. Какой путь он проедет при движении с той же скоростью за 20 с:
- а) 200 м
 - б) 50 м
 - в) 150 м
10. Отдел механики, содержащий учение о движении тел без учёта действующих сил:
- а) динамика
 - б) кинематика
 - в) скорость
11. Определите, как называется расстояние между начальной и конечной точками:
- а) путь
 - б) перемещение
 - в) смещение
 - г) траектория
12. Выясните, в каком из следующих случаев движение тела нельзя рассматривать как движение материальной точки?
- а) Движение Земли вокруг Солнца.
 - б) Движение спутника вокруг Земли.
 - в) Полет самолета из Владивостока в Москву.
 - г) Вращение детали, обрабатываемой на станке
13. Отметьте, какие из перечисленных величин являются скалярными:
- а) перемещение
 - б) путь
 - в) скорость
14. Выберите, что измеряет спидометр автомобиля:
- а) ускорение;
 - б) модуль мгновенной скорости;
 - в) среднюю скорость;
 - г) перемещение
15. Определите, какая единица времени является основной в Международной системе единиц:

- а) 1 час
- б) 1 мин
- в) 1 с
- г) 1 сутки.

16. Вычислите. Два автомобиля движутся по прямому шоссе в одном направлении. Если направить ось ОХ вдоль направления движения тел по шоссе, тогда какими будут проекции скоростей автомобилей на ось ОХ?
- а) обе положительные
 - б) обе отрицательные
 - в) первого — положительная, второго — отрицательная
 - г) первого — отрицательная, второго — положительная
17. Вычислите. Автомобиль объехал Москву по кольцевой дороге, длина которой 109 км. Чему равны пройденный путь l и перемещение S автомобиля?
- А) $l = 109$ км; $S = 0$
 - б) $l = 218$ км; $S = 109$ км
 - в) $l = 218$ км; $S = 0$.
 - г) $l = 109$ км; $S = 218$ км
18. Определите, если ускорение равно 2 м/с^2 , то это:
- а) равномерное движение
 - б) равнозамедленное движение
 - в) равноускоренное движение
 - г) прямолинейное
19. Каким образом ускорение характеризует изменение вектора скорости?
- а) по величине и направлению
 - б) по направлению
 - в) по величине
20. Вычислите. Автомобиль, движущийся прямолинейно равноускорено, увеличил свою скорость с 3 м/с до 9 м/с за 6 секунд. С каким ускорением двигался автомобиль?
- а) 0 м/с^2
 - б) 3 м/с^2
 - в) 2 м/с^2
 - г) 1 м/с^2

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Ключи к тестам:

Вариант 1

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	а	б	в	а	в	б	в	б	ав	б	а	б	а	в	а	б	в	а	в	б

Вариант 2

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	а	б	в	б	в	б	а	в	в	б	б	г	а	г	в	а	в	в	а	г

Критерии оценки:

- «2» выставляется обучающемуся, если набрал менее 8 баллов;
- «3» выставляется обучающемуся, за 9, 10, 11 баллов;
- «4» выставляется обучающемуся, за 12, 13, 14, 15, 16 баллов;
- «5» выставляется обучающемуся, за более 17 баллов.

Задания для самостоятельной работы (СР)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

- 1) Материальная точка.
- 2) Скалярные и векторные физические величины.
- 3) Относительность механического движения.
- 4) Система отсчета.
- 5) Принцип относительности Галилея.
- 6) Способы описания движения.
- 7) Равномерное прямолинейное движение.
- 8) Скорость. Уравнение движения. Мгновенная и средняя скорости.
- 9) Постулаты теории относительности.
- 10) Основные следствия из постулатов теории относительности.
- 11) Прямолинейное движение с постоянным ускорением.
- 12) Движение с постоянным ускорением свободного падения.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины

- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Тема 1.2. Основы динамики

Устный опрос (УО)

1. Если тело является свободным (что это значит), то как оно может двигаться?
2. Имеется ли принципиальное различие между СО связанной с Землей и СО связанной с самолетом, делающим вираж?
3. Почему второй закон Ньютона называют основным законом динамики?
4. Поясните, как строятся экспериментальные графики в физике на примере зависимости силы упругости от деформации.
5. Как измерить массу тела в условиях невесомости?

6. Находились ли вы когда-нибудь в состоянии невесомости?
7. О ветровое стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравните силы, действующие на комара и на ветровое стекло во время удара. Почему комар пострадал сильнее?
8. Барон Мюнхгаузен утверждал, что вытащил себя за волосы из болота. Обоснуйте невозможность этого.
9. С сортировочной горки скатываются два одинаковых ящика: один пустой, другой полный. Какой ящик будет иметь большую скорость у подножия? Какой откатится дальше по прямолинейному горизонтальному участку после горки и почему?
10. Почему скорость автомобиля, движущегося по горизонтали не возрастает бесконечно, хотя сила тяги мотора действует постоянно?
11. Первоклассник и старшеклассник стоят на полу и тянут друг друга за руки. Одинаковые ли силы действуют на одного и на другого? Перечислите условия, когда первоклассник может перетянуть старшеклассника.
12. Космонавт Макс прыгает со стула, держа в руках гирию массой m сначала на Земле, затем на Луне. Как будет отличаться сила, с которой гирия давит на руку человеку пока он находится в воздухе?
13. Зачем на нижней поверхности лыж делается продольная выемка?
14. Почему не приближаются друг к другу предметы в комнате, несмотря на гравитационное притяжение?
15. Опишите опыты Галилея и Ньютона по свободному падению тел.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях

- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

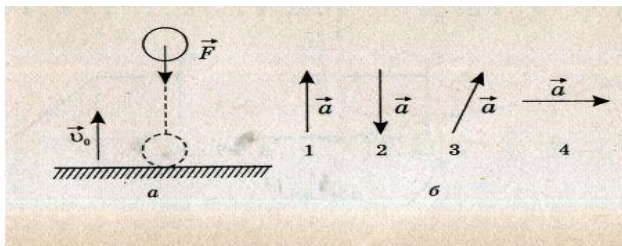
Тестирование (Т)

I вариант.

Тестовая работа состоит из 9 заданий с выбором ответа, и 1 задание на нахождение соответствия

Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом.

1. **Выберете один правильный ответ.** Равнодействующая всех сил, действующая на тело, равна нулю. Двигается это тело или находится в состоянии покоя?
 А. Тело движется равномерно прямолинейно.
 Б. Тело движется равномерно по окружности в горизонтальной плоскости.
 В. Тело находится в состоянии покоя.
 Г. Тело движется равномерно прямолинейно или находится в состоянии покоя.
2. **Выберете один правильный ответ.** Мяч подбросили вверх с начальной скоростью v_0 . На рисунке *а* указано направление силы тяжести, действующей на тело. Определите направление вектора ускорения мяча, движущегося вверх (рисунок *б*).



- А. Только так, как показано на рис. 1б.
 Б. Только так, как показано на рис. 2б.
 В. Только так, как показано на рис. 3б.
 Г. Только так, как показано на рис. 4б.

3. Определите один правильный ответ. Если равнодействующая всех приложенных сил равна 4 Н, то у тела массой 2 кг

- А. Ускорение 2 м/с^2
 Б. Ускорение 0 м/с^2
 В. Ускорение может быть любым
 Г. Ускорение равно 8 м/с^2

4. При измерениях массы тела и его веса на полюсе и на экваторе было обнаружено, что

- А. Масса и вес одинаковы
 В. масса различна, вес одинаков
 Б. И вес, и масса различны
 Г. масса одинакова, вес различен

5. Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ.

Физическая величина

- А) жесткость
 Б) сила
 В) вес тела
 Г) ускорение

Единица величины

- 1) килограмм (1 кг)
 2) Ньютон (1 Н)
 3) Ньютон*метр (1 Н*м)
 4) Ньютон на метр (1 Н/м)
 5) метр в секунду за секунду (1 м/с^2)
 6) Джоуль (1 Дж)

6. Формула, выражающая закон всемирного тяготения...

- А. $F = GMm/R^2$
 Б. $F = kq_1q_2/r^2$
 В. $F = GM/R^2$
 Г. $F = k\Delta l$

7. III закон Ньютона математически можно записать так: (векторы не указаны)

- А. $F = ma$
 Б. $F = \mu N$
 В. $F_1 = -F_2$

Г. $F_x = -kx$

8. Вес тела – это...

- А. ...сила, с которой тело притягивает Землю
- Б. ...сила, с которой тело действует на опору
- В. ...сила, с которой тело действует на подвес
- Г. ...сила, с которой тело вследствие земного притяжения действует на опору или подвес, неподвижные относительно него

9. Решите задачу. Пружина жесткостью 100 Н/м растягивается силой 20 Н. Чему равно удлинение пружины?

- А. 5 см.
- Б. 20 см.
- В. 5 м. Г. 0,2 см.
- Д. Среди ответов А — Г нет правильного.

10. Выберите один правильный ответ. Брусok лежит неподвижно на наклонной плоскости (рис. 7). Какое направление имеет вектор силы трения?

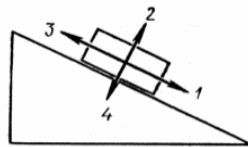


Рис. 7

- А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. $F_{\text{тр}} = 0$.

II Вариант

Тестовая работа состоит из 9 заданий с выбором ответа, и 1 задание на нахождение соответствия

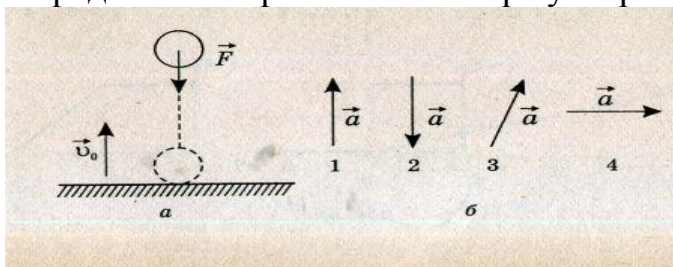
Каждый правильный ответ оценивается 1 баллом.

1. Если на шарик не действуют никакие другие тела, то в инерциальной системе отсчета он

- А. Постепенно останавливается
- Б. Колеблется около начального положения
- В. Двигается по окружности с постоянной по модулю скоростью
- Г. Двигается с постоянной по модулю и направлению скоростью

2. Выберите один правильный ответ. Мяч подбросили вверх с начальной скоростью v_0 . На рисунке *а* указано направление силы тяжести, действующей на тело.

Определите направление вектора ускорения мяча, движущегося вниз (рисунок *б*).



- А. Только так, как показано на рис. 1б.
- Б. Только так, как показано на рис. 2б.
- В. Только так, как показано на рис. 3б.
- Г. Только так, как показано на рис. 4б.

3. Определите один правильный ответ. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с и ускорением 2 м/с². Модуль равнодействующей сил, действующих на тело равен

- 1) 2 Н
- 2) 4 Н
- 3) 6 Н
- 4) 10 Н

4. При измерениях массы тела и его веса на полюсе и на экваторе было обнаружено, что

- А. И вес, и масса различны
- Б. Масса одинакова, вес различен
- В. Масса и вес одинаковы
- Г. Масса различна, вес одинаков

5. Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин в системе СИ.

Физическая величина	Единица величины
А) жесткость	1) килограмм (1 кг)
Б) сила	2) Ньютон (1 Н)
В) вес тела	3) Ньютон*метр (1 Н*м)
Г) ускорение	4) Ньютон на метр (1 Н/м)
	5) метр в секунду за секунду (1 м/с ²)
	6) Джоуль (1 Дж)

6. Формула, определяющая силу упругости...

- А. $F = GMm/(R+H)^2$
- Б. $F = mg$
- В. $F = \mu N$
- Г. $F = k\Delta l$

7. III закон Ньютона математически можно записать так: (векторы не указаны)

- А. $F = ma$
- Б. $F = \mu N$
- В. $F_1 = -F_2$
- Г. $F_x = -kx$

8. Если тело покоится, то сила трения покоя:

- А. всегда больше внешней силы;
- Б. всегда равна внешней силе;
- В. всегда меньше внешней силы.

9. Решите задачу. Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равна жесткость пружины?

- А. 2 Н/м.
- Б. 0,5 Н/м.
- В. 0,02 Н/м.
- Г. 50 Н/м.
- Д. 0,08 Н/м.

10. Выберите один правильный ответ. Брусок движется равномерно вверх по наклонной плоскости (рис. 7). Какое направление имеет вектор силы трения?

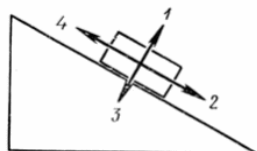


Рис. 7

- А. 1 Б. 2 В. 3 Г. 4 Д. $F_{тр}=0$

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Ключи к тестам:

Вариант 1

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	Г	Б	А	Г	А-4, Б-2, В-2, Г-5	А	В	Г	Б	В

Вариант 2

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	Г	Б	2	В	А-4, Б-2, В-2, Г-5	Г	В	А	Г	Б

Критерии оценки:

- «2» выставляется обучающемуся, если набрал менее 5 баллов;
- «3» выставляется обучающемуся, за 6-7 баллов;
- «4» выставляется обучающемуся, за 8-9 баллов;
- «5» выставляется обучающемуся, за 10 баллов.

Задания для самостоятельной работы (СР)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

- 1) Сила. Масса.
- 2) Принцип суперпозиции сил.
- 3) Первый закон Ньютона.
- 4) Второй закон Ньютона.
- 5) Силы в природе.
- 6) Третий закон Ньютона.
- 7) Закон всемирного тяготения.
- 8) Сила тяжести и сила всемирного тяготения.
- 9) Первая космическая скорость.
- 10) Движение планет и малых тел Солнечной системы.
- 11) Элементы релятивистской динамики.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий

- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Тема 1.3. Законы сохранения

Устный опрос (УО)

1. При каком условии импульс тела не изменяется?
2. Что можно сказать о направлении векторов импульса и скорости движущегося тела?
3. Какое из тел имеет больший импульс: автомобиль массой 1т, движущийся со скоростью 10м/с, или снаряд массой 2кг, летящий со скоростью 500м/с?
4. Почему при ударе возникают большие силы?
5. Парашютист равномерно опускается на парашюте. Изменяется ли при этом импульс парашютиста?
6. Где в природе и технике встречается реактивное движение?
7. Каков принцип движения медузы?
8. осьминоги, кальмары, каракатицы и другие обитатели глубин моря перемещаются подобно ракете, выбрасывая с силой воду, которую они набирают через рот. Может ли такой способ перемещения обеспечить им большую скорость движения в толще воды?
9. Как космонавту, находящемуся в открытом космосе, вернуться обратно на космический корабль без посторонней помощи?
10. Почему советуют при выстреле ружье крепче прижимать к плечу?
11. Какие из перечисленных тел обладают кинетической энергией: а) камень, поднятый над землей; б) летящий самолет; в) растянутая пружина.
12. Изменяется ли потенциальная энергия лодки, плывущей по течению реки?
13. Легковой и грузовой автомобили движутся с одинаковыми скоростями. Какой из них обладает большей кинетической энергией?
14. Как изменяется кинетическая и потенциальная энергия свободно падающего тела? Космического корабля, совершающего мягкую посадку?
15. Какие превращения энергии происходит при движении камня, брошенного вверх? Соппротивлением воздуха можно пренебречь.
16. При каком условии два тела разной массы, поднятые на разную высоту, будут обладать одинаковой потенциальной энергией?
17. Приведите примеры превращения кинетической энергии тела в потенциальную энергию и обратно.

18. Груз, подвешенный на нити (маятник), совершает колебания. Какие превращения энергии происходят при этом?
19. Падающий с высоты 2м мячик подскочил на высоту 1,5м. Как согласовать это с законом сохранения энергии?
20. За счет какой энергии взмывает вверх наполненный гелием воздушный шарик, вырвавшийся из рук?

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера

- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Тестирование (Т)

1. Чему равен модуль изменения импульса тела массой m , движущегося со скоростью v , если после столкновения со стенкой тело стало двигаться в противоположном направлении с той же по модулю скоростью:
а) $2mv$
б) mv
в) 0
2. При выстреле из пневматической винтовки вылетает пуля массой m со скоростью v . Какой по модулю импульс приобретает после выстрела пневматическая винтовка, если ее масса в 150 раз больше массы пули:
а) $150mv$
б) mv
в) $mv/150$
3. С лодки общей массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, выпал груз массой 100 кг. Какой стала скорость лодки:
а) 10 м/с
б) 1 м/с
в) 2 м/с
4. Тело массой 1 кг силой 20 Н поднимается на высоту 5 м. Чему равна работа этой силы:
а) 100 Дж
б) 10 Дж
в) 1000 Дж
5. Определите минимальную мощность, которой должен обладать двигатель приемника, чтобы поднять груз массой 50 кг на высоту 10 м за 5 с:
а) 2 кВт
б) 3 кВт
в) 1 кВт
6. При движении на велосипеде по горизонтальной дороге со скоростью 9 км/ч развивается мощность 30 Вт. Найдите движущую силу:
а) 24 Н
б) 12 Н
в) 40 Н

7. Тело массой 2 кг имеет потенциальную энергию 10 Дж. На какую высоту над землей поднято тело, если нуль отсчета потенциальной энергии находится на поверхности земли:
- а) 1 м
 - б) 2 м
 - в) 0,5 м
8. Во сколько раз потенциальная энергия, накопленная пружиной при сжатии из положения равновесия на 2 см, меньше, чем при сжатии той же пружины на 4 см:
- а) в 4 раза
 - б) в 2 раза
 - в) в 8 раз
9. Как изменится кинетическая энергия тела при увеличении его скорости в 2 раза:
- а) увеличится в 2 раза
 - б) уменьшится в 4 раза
 - в) увеличится в 4 раза
10. С какой скоростью бросили вертикально вверх камень, если он при этом поднялся на высоту 5 м:
- а) 5 м/с
 - б) 10 м/с
 - в) 2,5 м/с
11. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия станет равной его потенциальной энергии:
- а) 2,5 м
 - б) 2 м
 - в) 5 м
12. Единица измерения импульса силы в Международной системе:
- а) $\text{кг} \cdot \text{м/с}$
 - б) $\text{Н} \cdot \text{с}$
 - в) кг/м
13. Замкнутая система тел – такая система тел, на которые:
- а) не действуют внешние силы
 - б) не действуют ни внешние, ни внутренние силы
 - в) действуют внешние силы
14. Импульс тела определяется выражением:
- а) F/t
 - б) $F \cdot t$
 - в) $m \cdot v$

15. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Сопротивление воздуха сравнительно мало. Какой высоты оно достигнет:
а) 20 м
б) 15 м
в) 10 м
16. Железнодорожный вагон массой m движущийся со скоростью v , сталкивается неподвижным вагоном массой $2m$ и сцепляется с ним. Каким суммарным импульсом обладают два вагона после столкновения:
а) $3v$
б) $v/3$
в) v
17. Скорость легкового автомобиля в 4 раза больше скорости грузового, а масса грузового в 2 раза больше массы легкового. Сравните значения модулей импульсов легкового p_1 и грузового p_2 автомобилей:
а) $p_1 = p_2$
б) $p_2 = 2p_1$
в) $p_1 = 2p_2$
18. Тело, массой 2 кг движется со скоростью 4 м/с. Каков импульс тела:
а) 16 кг•м/с
б) 8 кг•м/с
в) 4 кг•м/с
19. Тело массой 2 кг поднимается на высоту 5 метров при действии на него постоянной силы 30 Н. Работа этой силы равна:
а) 100 Дж
б) 1500 Дж
в) 150 Дж
20. Какая из перечисленных величин является векторной:
а) масса
б) импульс
в) путь
21. Ворона летит со скоростью 6 м/с. Импульс вороны равен 3 кг • м/с. Масса вороны равна:
а) 0,5 кг
б) 2 кг
в) 1,5 кг
22. Как называется величина, равная произведению массы тела на ее скорость:
а) импульс силы

- б) импульс тела
- в) перемещение

23. Как называется физическая величина, равная произведению модулей силы и перемещения и косинуса угла между ними:
- а) мощность
 - б) кинетическая энергия
 - в) работа
24. Тело массой 3 кг поднято на высоту 10 м. Какова потенциальная энергия тела:
- а) 30 Дж
 - б) 300 Дж
 - в) 600 Дж
25. Камень брошен вертикально вверх. На пути 1 м его кинетическая энергия уменьшилась на 16 Дж. Какую работу совершила сила тяжести на этом пути:
- а) –8 Дж
 - б) –32 Дж
 - в) –16 Дж
26. Первый электродвигатель, построенный академиком Яблочковым в 1834 году, равномерно поднимал (с помощью блока и нити) груз 50 Н на высоту 0,6 м за 2 с. Определите мощность этого двигателя:
- а) $\approx 1,5$ Вт
 - б) ≈ 15 Вт
 - в) ≈ 25 Вт
27. Определить работу силы при равномерном поднятии груза массой 2 т на высоту 50 см:
- а) 1 кДж
 - б) 1,5 кДж
 - в) 10 кДж
28. Как называется физическая величина, равная произведению силы на время ее действия:
- а) кинетическая энергия
 - б) импульс тела
 - в) импульс силы
29. На тело в течение 2 мин действует сила 5 Н. Каков импульс силы:
- а) 600 Н·с
 - б) 60 Н·с
 - в) 6 Н·с

30. Как называется физическая величина, равная отношению работы к интервалу времени, за который эта работа совершена:
- а) кинетическая энергия
 - б) мощность
 - в) работа

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Ключи к тестам:

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	а	б	в	а	в	б	в	б	в	б	а	б	а	в	а	б	в	б	в	б

№ вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Правильный ответ	а	б	в	б	в	б	а	в	а	б

Критерии оценки:

- «2» выставляется обучающемуся, если набрал менее 12 баллов;
- «3» выставляется обучающемуся, за 13-17 баллов;
- «4» выставляется обучающемуся, за 18-24 баллов;
- «5» выставляется обучающемуся, за 25 и более баллов.

Задания для самостоятельной работы (СР)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

- 1) Закон сохранения импульса.
- 2) Реактивное движение.
- 3) Закон сохранения момента импульса.
- 4) Механическая работа и мощность.
- 5) Кинетическая энергия.
- 6) Потенциальная энергия.
- 7) Закон сохранения механической энергии.
- 8) Работа силы тяжести и силы упругости.
- 9) Консервативные силы.
- 10) Применение законов сохранения.
- 11) Использование законов механики для объяснения движения небесных тел и для развития космических исследований, границы применимости классической механики.

12) Практическое применение физических знаний в повседневной жизни для использования простых механизмов, инструментов, транспортных средств.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Контрольная работа №1

По разделу «Механика»

Вариант 1

1. Сформулируйте первый закон Ньютона.
2. Мотоциклист начал движение с постоянным ускорением 1 м/с^2 . Определите путь, который прошел мотоциклист до того момента, когда его скорость стала 36 км/ч .
3. По второму закону Ньютона определите ускорение тела, вызываемое силой 90 Н ; масса тела 45 кг .
4. Два корабля массой 50000 т каждый стоят на рейде на расстоянии 1 км один от другого. Какова сила притяжения между ними?
5. Тело, движущееся со скоростью 4 м/с , имеет кинетическую энергию 16 Дж . Найти массу этого тела.

Вариант 2

1. Сформулируйте закон всемирного тяготения.
2. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, пройдет 30 м .
3. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8 \text{ м/с}^2$. Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с^2 ?
4. Вычислите силу притяжения человека массой 80 кг к Солнцу, если масса Солнца равна $1,99 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, а расстояние от Земли до Солнца составляет $1,5 \cdot 10^6 \text{ км}$.
5. Тело, массой 3 кг обладает потенциальной энергией 60 Дж . Определите высоту, на которую поднято тело над землей.

Вариант 3

1. Сформулируйте закон сохранения энергии.
2. Теплоход, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$, достигает скорости 18 км/ч . За какое время эта скорость достигнута? Какой путь за это время пройден?
3. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т , если сила тяги двигателей 90 кН ?
4. С какой силой притягивается Луной гиря массой 1 кг , находящаяся на поверхности Луны. Масса Луны равна $7,3 \cdot 10^{22} \text{ кг}$, а ее радиус $1,7 \cdot 10^8 \text{ см}$?
5. Какова кинетическая энергия космического корабля серии «Союз» при движении по орбите со скоростью $7,8 \text{ км/с}$, если масса корабля $6,6 \text{ т}$?

Вариант 4

1. Сформулируйте третий закон Ньютона.
2. Пуля в стволе автомата Калашникова движется с ускорением 616 км/с^2 . Какова скорость вылета пули, если длина ствола $41,5 \text{ см}$?
3. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/с^2 . Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?
4. С какой силой притягиваются друг к другу два тела массой по 5 кг , если расстояние между их центрами масс равно 20 м ?

5. Тело подняли на высоту 0,6 м над Землей. При этом оно обладало потенциальной энергией равной 42 Дж. Определите массу тела.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

- «5» ставиться за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.
- «4» ставиться за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.
- «3» ставиться, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии 4-5 недочетов.
- «2» ставиться, если число ошибок и недочетов превысило норму оценки «3» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Раздел 2. Молекулярная физика и основы термодинамики

Тема 2.1. Основы молекулярно-кинетической теории газов

Устный опрос (УО)

1. Какова цель молекулярно-кинетической теории (МКТ) строения вещества?
2. Назовите основные положения МКТ.
3. Приведите примеры физических явлений, которые являются косвенным доказательством существования атомов и молекул.
4. Какие экспериментальные факты подтверждают существование молекул (атомов)
5. Приведите сравнения, позволяющие представить, насколько молекулы (атомы) малы.
6. Приведите сравнения, позволяющие представить, насколько молекулы (атомы) многочисленны.
7. Дайте определение количества вещества.
8. Какова единица количества вещества в СИ?
9. Сформулируйте определение постоянной Авогадро. Чему она равна?
10. Почему постоянная Авогадро одинакова для любого вещества?
11. Дайте определение молярной массы. Какова ее единица в системе СИ?
12. Как связаны молярная и относительная молекулярная массы?
13. Приведите примеры физических явлений, которые являются доказательством движения молекул.
14. Дайте определение диффузии.

15. Приведите примеры применения диффузии в природе, технике, и жизни человека
16. Приведите примеры физических явлений, которые являются доказательством взаимодействия молекул.
17. Какова природа межмолекулярного взаимодействия? На каких расстояниях проявляются эти силы?
18. Назовите основные агрегатные состояния вещества. Какие изменения происходят в веществе при фазовых переходах?
19. Как движутся молекулы газа?
20. Дайте определения идеального газа.
21. При каких условиях реальные газы ведут себя подобно идеальному газу?
22. Назовите физические величины, которые являются микроскопическими параметрами идеального газа.
23. Назовите физические величины, которые являются макроскопическими параметрами идеального газа.
24. В чем причина давления газа?

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие

- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Задания для самостоятельной работы (СР)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

1. Броуновское движение.
2. Силы и энергия межмолекулярного взаимодействия.
3. Строение газообразных, жидких и твердых тел.
4. Идеальный газ.
5. Давление газа.
6. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
7. Температура и ее измерение.
8. Абсолютный нуль температуры.
9. Термодинамическая шкала температуры.
10. Скорости движения молекул и их измерение.
11. Изопроцессы и их графики.
12. Газовые законы.
13. Уравнение состояния идеального газа.
14. Молярная газовая постоянная.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1

Изучение изобарного процесса (опытная проверка закона Гей-Люссака, Бойля - Мариотта)

Цель работы: экспериментальным путем проверить верность закона Гей-Люссака (доказать постоянство отношения V/T для данной массы газа).

Оборудования: Виртуальная лаборатория «Исследование изобарного процесса в газах»

- <http://efizika.ru/html5/18/index.html>.

Установка моделирует лабораторную работу «Проверка закона изобарного процесса Гей-Люссака».

Краткая теория

В 1802 году, французский ученый Жозеф Луи Гей-Люссак опубликовал закон определяющий зависимость объёма газа от температуры при постоянном давлении и неизменной массе. Изобарный процесс - это процесс при котором изменяется состояние термодинамической системы при постоянном давлении. Если переводить с греческого то дословно получается: *isos* – равный и *baros* – тяжесть, вес. Стекланный сосуд заполнен определенным газом, и этот сосуд присоединен к продолговатой стеклянной трубке. Каплей ртути закупорен газ в этой трубке. В следствии того, что трубка находится в горизонтальном расположении, давление в сосуде постоянно остаётся равным атмосферному. Температура газа увеличивается от 0 до 100°C. Увидеть изменение объёма можно при помощи капельки ртути, которая будет перемещаться по стенке стеклянной трубки. Гей- Люссак измерял объём газа в интервале температур от 0 до 100°C. Исследуя различные газы он получил для них следующие значения температурного коэффициента объёмного расширения $\alpha = (V - V_0) / V_0 \cdot t$:

Таблица 2.1. Температурный коэффициент объёмного расширения газов

Газ	Температурный коэффициент объёмного расширения, 1/°C
Воздух	0,003671
Водород	0,003661
Окись азота	0,003720
Циан	0,003877
CO ₂	0,003710
CO	0,003669
S O ₂	0,003903

Получив такие данные, Гей-Люссак сделал следующие выводы:

- при одинаковом повышении температуры, все газы и пары одинаково расширяются;
- для всех газов увеличение объёма в интервале температур от температуры таяния льда до температуры кипения воды равно 100/26666 первоначального объёма.

Таким образом, на основании наблюдений Гей-Люссак установил закон: относительное изменение объёма газа данной массы при постоянном давлении прямо пропорционально изменению температуры t . $(V - V_0)/V_0 = \alpha \cdot t$, где α – температурный коэффициент объёмного расширения, численно равный отношению изменению объёма газа при изменении его температуры на 1 градус. Опыт показывает, что при малых плотностях коэффициент объёмного расширения одинаков для всех газов: $\alpha = 1/273$ 1/°C. С точки зрения МКТ этот факт объясняется тем, что молекулы газа находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга, и особенности межмолекулярных сил для различных газов в этих условиях не сказываются. Закон можно записать в виде: $V = V_0(1 + \alpha t)$. Объём данной массы газа при постоянном давлении меняется линейно при изменении температуры.

Если продолжить изобару в область низких температур, где измерения не проводились, то прямая пересекает ось температуры в точке, соответствующей объёму, равному нулю. Однако, это еще не значит, что объём газа действительно обращается в ноль. Ведь все газы при сильном охлаждении превращаются в

жидкости, а к жидкостям ни закон Бойля – Мариотта, ни закон Гей-Люссака не применимы. Реальные газы подчиняются основным газовым законам лишь приближённо и тем менее точно, чем больше плотность газа и ниже его температура. Газ, который в точности подчиняется газовым законам, называют идеальным.

В молекулярно-кинетической теории модель «идеальный газ» удовлетворяет следующим требованиям:

1. объём всех молекул газа много меньше объёма сосуда;
2. силы притяжения между молекулами малы, и ими пренебрегают;
3. молекулы взаимодействуют только при соударении (удар упругий), при этом действуют силы отталкивания;

время столкновения много меньше времени между столкновениями. Тот факт, что численное значение температурного коэффициента объёмного расширения в предельном случае малых плотностей одинаково для всех газов, позволяет установить температурную шкалу, не зависящую от вещества, – идеальную газовую шкалу температур.

Взяв за основу шкалу Цельсия, можно определить температуру из соотношения: $t = (V - V_0)/V_0$, где V – объём газа при 0°C , а V – его объём при температуре t . Так осуществляется определение температуры, не зависящее от вещества термометра.

Предельную температуру, при которой объём идеального газа становится равным нулю, принимают за абсолютный нуль температуры. Найдём значение абсолютного нуля по шкале Цельсия. Приравнявая объём V_k нулю и учитывая, что $\alpha = 1/273 \text{ } 1/^\circ\text{C}$, получим: $0 = V_0(1 + 1/273 \cdot t)$. И получаем, что абсолютный нуль температуры равен: $t = -273^\circ\text{C}$. Это предельная, самая низкая температура в природе, та «наибольшая или последняя степень холода», существование которой предсказал Ломоносов.

Такой учёный как Уильям Кельвин из Англии, ввёл абсолютную шкалу температур. Нулевая температура по шкале Кельвина равна абсолютному нулю, а единица температуры по этой шкале - градусу по шкале Цельсия, из за этого абсолютная температура T связана с температурой по шкале Цельсия формулой: $T = t + 273^\circ\text{C}$, причём $1^\circ\text{C} = 1 \text{ К}$. Если посмотреть с точки зрения молекулярно - кинетической теории, то получается, что $T = 0 \text{ К}$, и тепловое движение молекул прекращается.

С помощью шкалы Кельвина, закон Гей-Люссака можно записать проще:

$$1 + \alpha \cdot t = 1 + 1/273(T - 273) = \alpha \cdot T, \text{ тогда } V = V_0 \cdot \alpha \cdot T.$$

Объём газа данной массы при постоянном давлении прямо пропорционален абсолютной температуре.

Следовательно отношение объёмов газа одной и той же массы в различных состояниях при постоянном давлении равно отношению абсолютных температур:

$$V_1 / V_2 = T_1 / T_2.$$

Таблица 2.2. Характеристики изобарного процесса

Постоянный параметр	Название изопроцесса	Связь между другими параметрами	Объяснение связи между параметрами с точки зрения МКТ
---------------------	----------------------	---------------------------------	---

$P = \text{const}$ при $m = \text{const}$.	Изобарный процесс (закон Гей-Люссака, 1802 год).	$V / T = \text{const}; V_1 / T_1 = V_2 / T_2; V_1 / V_2 = T_1 / T_2$.	Рост температуры означает увеличение средней кинетической энергии теплового движения молекул газа. Чтобы поддерживать давление постоянным, необходимо не допустить увеличения числа ударов о единицу площади поверхности стенки
---	--	--	---

	$p(V)$	$p(T)$	$V(T)$
изобарный $p = \text{const},$ $\frac{V}{T} = \text{const}$			
изохорный $V = \text{const},$ $\frac{p}{T} = \text{const}$			
изотермический $T = \text{const},$ $pV = \text{const}$			

Ход работы

1. Запустить виртуальный стенд - <http://efizika.ru/html5/18/index.html>
2. Установить начальные параметры газа: давление P_0 , температуру t_0
3. и объем V_0 .
4. Выбрать для исследования газ из пяти возможных: воздух, ацетилен, метан, аргон, углекислый газ.
5. Нажать на кнопку «Пуск» для начала нагревания газа.
6. При достижении кратных температур или давлений останавливать нагрев кнопкой «Пауза».
7. Снять показания установившегося объема газа V_i и температуры t_i и найти отношение V_i / T_i .
8. Продолжить нагрев, нажав на кнопку «Пуск».
9. Вновь останавливать нагрев кнопкой «Пауза».
10. Записать значения конечного объема V_i при увеличении температуры T_i .
11. Найти отношения V_i / T_i и убедиться в их примерном равенстве, т.е. в

справедливости закона Гей-Люссака.

12. Определить оценку абсолютной и относительной погрешностей измерения.

13. Данные исследования занести в таблицу.

№, п/п	газ	M, кг/моль (молярная масса)	m, кг (масса газа)	Начальные показатели				Конечные показатели				V_i/T_i , м ³ /К	V_0/T_0 , м ³ /К	$\Delta(V/T)$, м ³ /К	$\varepsilon(V/T)$, %
				P_0 , кПа (давление)	V_0 , м ³ (объем)	t_0 , °C (температура по Цельсию)	T_0 , К (температура Кельвина)	P_i , кПа (давление)	V_i , м ³ (объем)	t_i , °C (температура по Цельсию)	T_i , К (температура Кельвина)				
1															
2															

1. Сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Запишите основные приборы и оборудование необходимые для проведения данной работы.
2. Рассказать в чем состоит закон Гей-Люссака.
3. В чем отличие изобарного процесса от других изопроцессов.
4. Каким требованиям удовлетворяет модель «идеального» газа в молекулярно - кинетической теории.
5. Кто ввел абсолютную шкалу температур? Чем эта шкала отличается от шкалы по Цельсию.
6. Из чего состоит экспериментальная установка данной лабораторной работы? Опишите предназначение каждого из них.
7. Запишите основные приборы и оборудование, необходимые для проведения данной работы.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

– Оценка «5» ставиться, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно рационально монтирует необходимые оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

- Оценка «4» ставится, если выполнены требования к оценке «5», но были допущены два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
- Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.
- Оценка «2» ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работ не позволят сделать правильных выводов: если, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Тема 2.2. Основы термодинамики

Устный опрос (УО)

1. Какие явления называют тепловыми? Приведите примеры.
2. В чем суть статистического подхода к объяснению тепловых явлений?
3. Что изучает термодинамика? Почему термодинамика является макроскопической теорией?
4. Дайте определение внутренней энергии тела в термодинамике. Каким символом она обозначается? Какова её единица в СИ?
5. Каким макроскопическим параметром определяется внутренняя энергия идеального газа?
6. Какие способы изменения внутренней энергии вы знаете? Приведите примеры.
7. Что такое теплообмен? Назовите виды теплообмена. Приведите примеры.
8. Дайте определение количества теплоты. Каким символом обозначают эту физическую величину? Какова её единица в СИ?
9. Запишите формулу для расчета количества теплоты, которое необходимо передать телу при его нагревании, или которое выделяется при охлаждении тела.
10. Дайте определение удельной теплоемкости вещества. Каков её физический смысл?
11. Дайте определение теплоемкости тела. Каким символом обозначают эту физическую величину? Какова её единица в СИ? Каков её физический смысл?
12. Какими макроскопическими параметрами определяется работа газа? Какую по знаку работу совершает газ при расширении? при сжатии ?
13. Запишите формулу для расчета работы газа при изобарном процессе.
14. Какой геометрический смысл работы, совершаемой газом при любом термодинамическом процессе?
15. Сформулируйте и запишите первый закон термодинамики.
16. Дайте определение адиабатного процесса.
17. За счет какой энергии совершается работа при адиабатном процессе? Как изменяется температура газа при адиабатном расширении? адиабатном сжатии?
18. Дайте определение тепловой машины. Назовите её основные элементы. Каково назначение каждого из них?
19. Каков принципа действия любой тепловой машины?

20. Какой процесс называется замкнутым?
21. Запишите формулу для расчета КПД тепловой машины.
22. Почему КПД тепловой машины всегда меньше 100 %? Как можно увеличить КПД тепловой машины?
23. Дайте определение холодильной машины. Назовите её основные части.
24. Каков принцип действия холодильной машины?
25. Запишите формулы для расчета холодильного коэффициента и максимального холодильного коэффициента холодильной машины. Может ли холодильный коэффициент быть больше 100 %?
26. Какой процесс называют необратимым? Обратимым?

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий).

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий

- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Задания для самостоятельной работы (СР)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

1. Внутренняя энергия системы.
2. Внутренняя энергия идеального газа.
3. Работа и теплота как формы передачи энергии.
4. Теплоемкость.
5. Удельная теплоемкость.
6. Количество теплоты.
7. Уравнение теплового баланса.
8. Первое начало термодинамики.
9. Адиабатный процесс.
10. Принцип действия тепловой машины.
11. КПД теплового двигателя.
12. Второе начало термодинамики.
13. Холодильные машины.
14. Тепловые двигатели.
15. Охрана природы.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала

- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик).

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто;
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера;
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Тема 2.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Устный опрос (УО)

1. Из чего состоит вещество?
2. Какую энергию называют внутренней энергией тела?
3. От чего зависит внутренняя энергия тела?
4. Как можно изменить внутреннюю энергию?
5. В каких агрегатных состояниях может находиться вещество?
6. Что же отличает одно агрегатное состояние вещества от другого?
7. Каковы особенности молекулярного строения газов, жидкостей, твердых тел?
8. Какой процесс называется плавлением? Кристаллизацией?
9. Какой процесс называется испарением? Конденсацией?
10. Как изменяется внутренняя энергия при переходе из одного агрегатного состояния в другое?

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие
- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Тестирование (Т)

1. Укажите пару веществ, скорость диффузии которых наибольшая при прочих равных условиях:

- а) пары эфира и воздух
- б) раствор медного купороса и вода
- в) вода и спирт

1. Броуновским движением называется:

- а) конвекционное движение слоев жидкости при ее нагревании
- б) хаотическое движение твердых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)
- в) упорядоченное движение твердых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)

3. Броуновское движение частиц пылицы в воде объясняется:

- а) наличием питательных веществ в воде
- б) существованием сил притяжения и отталкивания между атомами в молекулах
- в) непрерывностью и хаотичностью теплового движения молекул воды

4. Какие частицы находятся в узлах решетки металла:

- а) положительные ионы
- б) отрицательные частицы
- в) нейтральные атомы

5. В процессе перехода вещества из жидкого состояния в кристаллическое:

- а) существенно уменьшается расстояние между его молекулами
- б) существенно увеличивается расстояние между его молекулами
- в) существенно увеличивается упорядоченность в расположении его молекул

6. В закрытом сосуде с сухими стенками воздух немного нагрели. Как при этом изменились концентрация молекул воды и относительная влажности воздуха в сосуде:

- а) концентрация уменьшилась, а относительная влажность увеличилась
- б) концентрация не изменилась, а относительная влажность уменьшилась
- в) концентрация увеличилась, а относительная влажность не изменилась

7. В закрытом сосуде с сухими стенками температура воздуха немного понизилась. Как при этом изменилась концентрация молекул воды и относительная влажность воздуха в сосуде, если роса не появилась:

- а) концентрация уменьшилась, а относительная влажность увеличилась
- б) и концентрация, и относительная влажность уменьшились
- в) концентрация не изменилась, а относительная влажность увеличилась

8. Плотность воды при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна 950 кг/м^3 , а наибольшая плотность водяного пара при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна $0,59\text{ кг/м}^3$. Такое различие плотностей связано с тем, что:

- а) число молекул в 1 м³ пара меньше чем в 1 м³ воды
- б) при переходе молекул из жидкости в пар уменьшается энергия их взаимодействия
- в) молекулы жидкости и пара имеют разные массы

9. Если толчёный мел размешать в воде, то частицы мела будут долго «висеть» в толще воды, не оседая на дно. Это явление объясняется тем, что:

- а) Земля не притягивает столь мелкие частицы
- б) температура частиц мела выше температуры воды
- в) частицы мела совершают броуновское движение в воде

10. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул идеального газа прямо пропорциональна:

- а) среднеквадратичной скорости его молекул
- б) среднему квадрату скорости его молекул
- в) квадрату средней скорости его молекул

11. Частицы вещества находятся, в среднем, на таких больших расстояниях друг от друга, при которых силы взаимодействия между ними незначительны. В этом агрегатном состоянии вещество:

- а) хорошо сжимается
- б) сохраняет начальный объём
- в) сохраняет свою начальную форму

12. Хаотичность теплового движения молекул газа в небольшом сосуде приводит к тому, что:

- а) газ легко сжимается
- б) плотность газа одинакова во всех точках занимаемого им сосуда
- в) при охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость

13. Молекулы вещества:

- а) могут и притягиваться, и отталкиваться друг от друга
- б) только отталкиваются друг от друга
- в) только притягиваются друг к другу

14. При неизменной плотности одноатомного идеального газа давление этого газа увеличивают в 4 раза. При этом среднеквадратичная скорость движения его атомов:

- а) уменьшается в 4 раза
- б) увеличивается в 4 раза
- в) увеличивается в 2 раза

15. Как изменится давление разреженного газа, если при его нагревании и сжатии абсолютная температура газа и концентрация молекул увеличатся в 2 раза:

- а) увеличится в 4 раза
- б) увеличится в 8 раз
- в) не изменится

16. Как изменится давление разреженного газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа уменьшить в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшить в 2 раза:
- а) уменьшится в 2 раза
 - б) уменьшится в 4 раза
 - в) увеличится в 4 раза
17. Если давление идеального газа при постоянной концентрации увеличилось в 2 раза, то это значит, что его абсолютная температура:
- а) уменьшилась в 4 раза
 - б) увеличилась в 4 раза
 - в) увеличилась в 2 раза
18. Плотность $\approx 0,18 \text{ кг/м}^3$ при нормальном атмосферном давлении и температуре 0°C имеет:
- а) кислород
 - б) гелий
 - в) водород
19. При увеличении средней кинетической энергии теплового движения молекул в 2 раза абсолютная температура:
- а) уменьшится в 4 раза
 - б) увеличится в 4 раза
 - в) увеличится в 2 раза
20. При увеличении средней квадратичной скорости теплового движения молекул в 2 раза средняя кинетическая энергия теплового движения молекул:
- а) уменьшится в 4 раза
 - б) увеличится в 4 раза
 - в) увеличится в 2 раза
21. При понижении абсолютной температуры идеального газа в 1,5 раза средняя кинетическая энергия теплового движения молекул:
- а) уменьшится в 1,5 раза
 - б) уменьшится в 2,25 раза
 - в) увеличится в 1,5 раза
22. При увеличении средней кинетической энергии теплового движения молекул в 4 раза их средняя квадратичная скорость:
- а) увеличится в 4 раза
 - б) увеличится в 2 раза
 - в) уменьшится в 4 раза

23. При уменьшении средней кинетической энергии теплового движения молекул в 2 раза абсолютная температура:

- а) увеличится в 4 раза
- б) увеличится в 2 раза
- в) уменьшится в 2 раза

24. При понижении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза средняя кинетическая энергия теплового движения молекул:

- а) уменьшится в 4 раза
- б) уменьшится в 2 раза
- в) увеличится в 2 раза

25. При уменьшении средней квадратичной скорости теплового движения молекул в 2 раза средняя кинетическая энергия теплового движения молекул:

- а) увеличится в 4 раза
- б) не изменится
- в) уменьшится в 4 раза

26. При повышении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза средняя кинетическая энергия теплового движения молекул:

- а) уменьшится в 2 раза
- б) увеличится в 2 раза
- в) не изменится

27. Тепловым движением частиц вещества можно объяснить:

- а) давление газа на стенку сосуда
- б) гидростатическое давление жидкости на дно сосуда
- в) оба варианта верны

28. Как изменится давление разреженного одноатомного газа, если абсолютная температура газа уменьшится в 3 раза, а концентрация молекул увеличится в 3 раза:

- а) уменьшится в 4 раза
- б) увеличится в 2 раза
- в) не изменится

29. Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул разреженного газа увеличилась в 2 раза, а концентрация его молекул уменьшилась в 2 раза. При этом давление газа:

- а) не изменилось
- б) уменьшилось в 4 раза
- в) увеличилось в 2 раза

30. Абсолютная температура идеального газа в сосуде увеличилась в 1,5 раза, а давление возросло при этом в 4,5 раза. Как изменилась концентрация молекул газа:

- а) уменьшилась в 3 раза

- б) увеличилась в 3 раза
в) не изменилась

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Ключи к тестам:

Вариант 1

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	а	б	в	а	в	б	в	а	в	б	а	б	а	в	а	б	в	б	в	б

№ вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Правильный ответ	а	б	в	б	в	б	а	в	а	б

Критерии оценки:

- «2» выставляется обучающемуся, если набрал менее 8 баллов;
- «3» выставляется обучающемуся, за 9, 10, 11 баллов;
- «4» выставляется обучающемуся, за 12, 13, 14, 15, 16 баллов;
- «5» выставляется обучающемуся, за более 17 баллов.

Задания для самостоятельной работы (СР)

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

1. Испарение и конденсация.
2. Насыщенный и ненасыщенный пар и его свойства.
3. Абсолютная и относительная влажность воздуха.
4. Приборы для определения влажности воздуха.
5. Точка росы.
6. Кипение.
7. Зависимость температуры кипения от давления.
8. Критическое состояние вещества.
9. Перегретый пар и его использование в технике.
10. Характеристика жидкого состояния вещества.
11. Поверхностный слой жидкости.
12. Энергия поверхностного слоя.
13. Ближний порядок.
14. Поверхностное натяжение.
15. Смачивание.

16. Явления на границе жидкости с твердым телом.
17. Капиллярные явления.
18. Характеристика твердого состояния вещества.
19. Кристаллические и аморфные тела.
20. Упругие свойства твердых тел. Закон Гука.
21. Механические свойства твердых тел.
22. Пластическая (остаточная) деформация.
23. Коэффициент линейного расширения.
24. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей.
25. Коэффициент объёмного расширения.
26. Учет расширения в технике. Плавление.
27. Удельная теплота плавления.
28. Кристаллизация.
29. Практическое применение в повседневной жизни физических знаний о свойствах газов, жидкостей и твердых тел.

Контролируемые компетенции: ОК 01-ОК 07; Л.1.-Л.6.; М.1.-М.6.; П.1.-П.7.; ЛР2, ЛР4, ЛР23, ЛР30

Критерии оценки:

Отметка «5»

- полно раскрыто содержание материала
- четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины
- для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений, опытов
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

Отметка «4»

- раскрыто основное содержание материала
- в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины.
- ответ самостоятельный
- определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях
- правильные и четкие ответы на вопросы уточняющего характера (позиция понимающий)

Отметка «3»

- усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно
- определения понятий недостаточно четкие

- не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допущены ошибки при их изложении
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определение понятий
- правильные и четкие ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера (позиция критик)

Отметка «2»

- основное содержание учебного материала не раскрыто
- не даны ответы на вопросы наводящего и конкретизирующего характера
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 2

Определение влажности воздуха

Цель работы

Освоение методов измерения абсолютной и относительной влажности воздуха, определение точки росы.

Приборы и принадлежности

Психрометр Августа, аспирационный гигрометр Ассмана, электронный датчик влажности, барометр.

1 Основные понятия и определения

Атмосферный воздух содержит некоторое количество водяных паров. Главным источником влажности воздуха является испарение воды с поверхности океанов, морей, водоемов, влажной почвы и растений. Водяной пар переносится вверх турбулентностью и конвекцией, а по горизонтали – ветром.

В атмосфере Земли в среднем содержится $1,24 \cdot 10^{16}$ кг водяного пара. Сконденсировавшись, он мог бы образовать слой воды на поверхности Земли толщиной 2,4 см. Количество водяного пара быстро убывает с понижением температуры. Поэтому для атмосферы характерно уменьшение количества водяного пара от экватора к полюсам и очень быстрое уменьшение с высотой. Среднее объемное содержание водяного пара у поверхности Земли составляет: у экватора – 2,6%, а в полярных районах – 0,2%. От поверхности Земли до высоты 1,5–2 км среднее содержание водяного пара уменьшается вдвое. Выше воздух становится очень сухой. Лишь изредка, на высотах 17–82 км образуются перламутровые

(стратосферные) облака, что свидетельствует о наличии насыщающей влажности воздуха.

Под влиянием различных процессов водяной пар конденсируется, образуя облака, туманы, осадки и наземные гидрометеоры: росу, иней и т.д. Фазовые переходы воды в атмосфере сопровождаются выделением или поглощением тепла, поэтому им придается большое значение в энергетике и термодинамике атмосферы. Водяной пар имеет способность к поглощению электромагнитного излучения в инфракрасном диапазоне частот. Наиболее интенсивное поглощение приходится на длины волн $\lambda = 5,5 \div 7,0$ мкм и $\lambda > 17$ мкм. Поэтому влажность воздуха сильно влияет на тепловой баланс атмосферы.

Рассмотрим основные определения.

Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется насыщающим или насыщенным. Динамическое равновесие – это состояние при котором число молекул, вылетающих из жидкости, равно числу молекул, возвращающихся обратно. Если динамическое равновесие не соблюдается – пар является ненасыщенным.

Масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ воздуха, называется *абсолютной влажностью*. С повышением абсолютной влажности пары воды все больше приближаются к состоянию насыщающего пара. *Максимальной абсолютной влажностью* при данной температуре является масса насыщающего водяного пара в 1 м³ воздуха.

Пар не является газом в строгом смысле этого слова. Газ – это агрегатное состояние вещества при данных температуре и давлении. Пар же не является агрегатным состоянием вещества, потому что агрегатным состоянием вещества при данных температуре и давлении является жидкое состояние. В связи с этим поведение пара отличается от поведения газа. В грубом приближении газовые законы могут быть применимы к ненасыщенным парам. Поэтому для описания состояния водяного пара в атмосфере обычно используют уравнение Клапейрона–Менделеева:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad (1)$$

Здесь, p – парциальное давление (упругость) водяных паров, V – объем, занимаемый паром, m – его масса, μ – молярная масса, R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная температура.

Парциальное давление – часть общего давления, относящаяся к одному из компонентов газовой смеси. Математически оно равно давлению, которое газ оказывал бы в отсутствии других компонентов газовой смеси.

При одинаковой температуре отношение абсолютных влажностей в двух различных состояниях имеет вид:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{P_1}{P_2} \quad (2)$$

где ρ_1 и ρ_2 – плотность водяных паров в двух различных состояниях.

Из (2) следует, что мерой абсолютной влажности может быть величина парциального давления водяных паров в атмосфере. Поэтому обычно *абсолютной влажностью* принято называть упругость водяного пара и выражать ее в миллиметрах ртутного столба. В системе СИ эта величина измеряется в Паскалях.

Относительной влажностью называется отношение *абсолютной влажности* к *максимальной абсолютной влажности* при данной температуре, выраженное в процентах. Она определяется выражением:

$$f = \frac{P}{P_{(сух)}} 100\%, \quad (3)$$

где P – упругость водяных паров при температуре t , $P_{(сух)}$ – упругость паров, насыщающих воздух при той же температуре (температуре сухого термометра). Физически, P численно равна абсолютной влажности воздуха.

Относительная влажность характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

Температуру t_p , при которой водяной пар становится насыщенным, называют точкой росы. При охлаждении воздуха до точки росы начинается конденсация паров: появляется туман, выпадает роса. Точка росы характеризует влажность воздуха, так как она позволяет определить парциальное давление водяного пара и относительную влажность.

Влажность воздуха измеряется с помощью гигрометров (греч. ὑγρός – влажный) и психрометров (ψυχρός – холодный). Существуют дистанционные методы определения влажности воздуха, использующие лазерные и радиометрические приборы. Эти методы позволяют производить измерения с борта самолета и метеорологических спутников Земли. В дистанционных психрометрах используются термометры сопротивления, термисторы, термопары. В Оренбургском государственном университете в «Институте микро- и нанотехнологий» ведутся исследования по созданию очень точного датчика влажности. Датчик основан на оптических свойствах молекул ДНК, способных поглощать водяные пары в воздухе. Рассмотрим классические методы определения влажности воздуха.

2 Определение относительной влажности с помощью психрометров

Психрометр Августа состоит из двух термометров, помещенных на одном щитке. Баллончик одного из термометров обвязан батистом, конец которого погружен в стаканчик с водой. Сухой термометр показывает комнатную температуру.

Благодаря испарению воды с батиста, облегающего баллончик, так называемого «влажного термометра», последний показывает температуру более низкую, чем соседний сухой термометр. Чем меньше влажность окружающего воздуха, тем интенсивнее испарение и тем ниже показание влажного термометра. Отметки по двум термометрам дают разность температур, которая и характеризует влажность воздуха. Для определения относительной влажности воздуха пользуются таблицами психрометрической разности. По разности показаний сухого и влажного термометров отыскивают искомое значение f . Зная относительную влажность, можно определить и абсолютную. При известной относительной влажности абсолютная влажность равна:

$$P = \frac{f \cdot P_n^{(сух)}}{100\%} \cdot (4)$$

Значение $P_n^{(сух)}$ находят по таблице значений (приложение 1).

Аспирационный психрометр Ассмана состоит из двух термометров, укрепленных на одном штативе. Баллончик одного из термометров обвязан батистом, конец которого погружен в стаканчик с водой. В верхней части штатива имеется вентилятор, приводимый во вращение часовым механизмом, который заводится ключом, при установившемся режиме испарения. Когда температура влажного термометра тоже установится, приход тепла Q_1 извне будет равен расходу тепла Q_2 на испарение воды с поверхности термометра. Тогда по закону Ньютона-Рихмана имеем:

$$Q_1 = \alpha (t - t_1) \cdot S_1, \quad (5)$$

где $(t - t_1)$ – наблюдаемая разность температур, S_1 – поверхность баллончика термометра (влажного), α – коэффициент пропорциональности.

Скорость испарения воды с охлаждающей поверхности влажного термометра (масса воды, испаряющаяся в единицу времени)

$$M \approx \frac{S_2 \cdot P_n^{(влаж)} - P}{P_{атм}}, \quad (6)$$

где S_2 – площадь испаряющей поверхности, P – упругость паров, находящихся в воздухе, $P_n^{(влаж)}$ – упругость насыщенных паров при температуре влажного термометра, $P_{атм}$ – атмосферное давление.

Вводя коэффициент пропорциональности k , имеем

$$M = \frac{k \cdot S_2 \cdot P_n^{(влаж)} - P}{P_{атм}} \cdot (7)$$

Расход энергии на испарение:

$$Q_2 = M \cdot \lambda = \frac{k \cdot \lambda \cdot S_2 \cdot P_n^{(влаж)} - P}{P_{атм}}, \quad (8)$$

где λ – удельная теплота испарения.

Приравнявая Q_1 к Q_2 получим: $P = P_n^{(влаж)} - A^* \cdot P_{атм} (t - t_1) \quad (9)$

$$A^* = \frac{\alpha \cdot S_1}{k \cdot \lambda S_2} = \frac{P_n^{(влаж)} - P}{P_{атм} (t - t_1)} \cdot (10)$$

Здесь A^* – постоянная, которая в значительной мере зависит от скорости движения воздуха и поэтому для всякого психрометра определяется отдельно.

Выражение (9) носит название психметрической формулы. Обычно влажный термометр покрыт батистом так, чтобы можно было считать $S_1=S_2$. Тогда

$$A \equiv \frac{\alpha}{\lambda} \quad (11)$$

В таком случае зависимость коэффициента A от скорости обтекания воздухом резервуаров термометров представлена на рисунке.

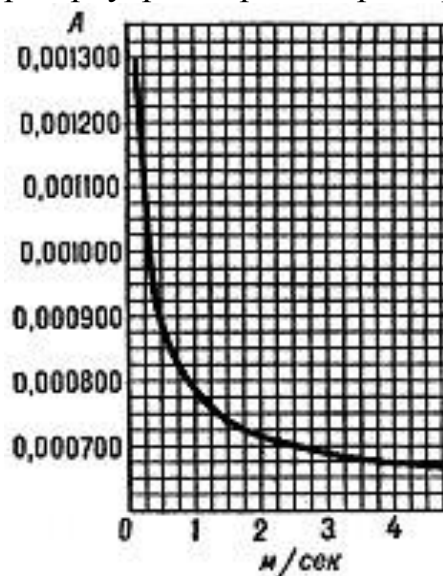


Рисунок 1 – Зависимость величины A от скорости прохождения воздуха через прибор

Скорость воздушного потока, создаваемого пружинным аспиратором (вентилятором), обычно составляет (2–2,5) м/с.

При помощи ключа заводят часовой механизм до предела и после установления процесса испарения отсчитывают температуру на обоих термометрах (t и t_1). Величины P_n берут из психметрических таблиц. $P_{атм.}$ определяют по барометру. Значение A рассчитывается по формуле (10). Для определения A величину P следует взять из данных измерений психрометром Августа.

Аспирационный психрометр Ассмана МВ-4М

Работа психрометра Ассмана МВ-4М основана на зависимости разности температур сухого и смоченного термометров от влажности окружающего воздуха. Психрометр состоит из двух одинаковых ртутных термометров, закрепленных в специальной оправе, и аспирационной головки. Оправа представляет собой трубку, раздваивающуюся книзу, с защитной пленкой. К нижней раздвоенной части трубки с помощью пластмассовых втулок прикреплены два патрубка, являющихся радиационной защитой резервуаров термометров. Верхний конец трубки соединен с аспиратором. Аспирационная головка состоит из заводного механизма и вентилятора, которые закрыты колпаком. Пружина заводного механизма психрометра Ассмана

МВ-4М заводится ключом. При вращении вентилятора, в прибор всасывается воздух, который обтекает резервуары термометров и проходит по воздухопроводной трубке к вентилятору и выбрасывается наружу через прорези в аспираторной головке. Сухой термометр будет показывать температуру воздуха, а показания смоченного термометра будут меньше из-за охлаждения, вызванного испарением воды с поверхности батиста облегающего баллончик термометра. Для определения влажности по показаниям сухого и влажного термометров используют психрометрические таблицы.

Для определения абсолютной влажности необходимо использовать значения атмосферного давления, которое измеряется барометром.

Барометр-анероид

Барометр является прибором непрерывного действия, предназначенным для ориентированных наблюдений в помещениях за изменением атмосферного давления в географических районах, расположенных не выше 300 метров над уровнем моря. Барометр представляет собой механический стрелочный прибор, работающий от воздействия атмосферного давления на анероидный чувствительный элемент. В конструкции барометра предусмотрен биметаллический (состоящий из 3 металлов) стрелочный термометр, измеряющий температуру воздуха. Диапазон измерений давления от 695 до 805 мм. рт. ст. (от 0,927 до 0,1073 МПа).

Для определения характера изменения давления фиксирующаяся золотистая стрелка совмещается (при помощи ручки, расположенной на стрелке барометра) с показывающей черной стрелкой. Данное действие следует выполнять только с разрешения преподавателя или инженера лаборатории!

Электронный датчик влажности и температуры

Электронный датчик влажности и температуры выполнен на основе цифрового датчика DHT11. DHT11 - это цифровой датчик влажности и температуры, состоящий из термистора и емкостного датчика влажности. Также датчик содержит в себе АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры. Для работы с датчиком DHT11 используется Arduino библиотека DHT. Для точности определения относительной влажности воздуха, показания прибора необходимо снимать, когда он проработал не менее 10 минут. Чтобы выключить электронный датчик влажности достаточно вытащить его вилку из электрической сети.

1 Порядок выполнения работы

Часть 1. Определение относительной и абсолютной влажности воздуха с помощью психрометра Августа

1. Начертите таблицу 1

Таблица 1 – Значения, полученные с помощью психрометра Августа

$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влаж}}, ^\circ\text{C}$	$f, \%$	(сух) $P_n, \text{Па}$	$P, \text{Па}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
----------------------------------	-----------------------------------	---------	------------------------------------	----------------	-----------------------

--	--	--	--	--	--

- Определите температуру сухого $t_{\text{сух}}$ и влажного $t_{\text{влаж}}$ термометра. Показания занесите в таблицу 1. Температуру округляйте до целых чисел.
- Используя психометрическую таблицу, расположенную на стенде, найдите относительную влажность f . Для этого рассчитайте разность температур влажного и сухого термометров ($t_{\text{сух}} - t_{\text{влаж}}$). Показания занесите в таблицу 1.
- Используя приложение А, найдите давление насыщенных паров $P_{\text{н}}^{(\text{сух})}$ для температуры сухого термометра. Показания занесите в таблицу 1.
- Используя формулу (4) рассчитайте абсолютную влажность воздуха P , Па. Показания занесите в таблицу 1.
- Рассчитайте абсолютную влажность воздуха ρ в кг/м³. Для этого из уравнения (1) выразите плотность:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{P}{T_{\text{сух}}} \cdot \frac{\mu}{R} = \frac{P}{T_{\text{сух}} \cdot R_V}, \quad (12)$$

где $R_V = 461,5$ Дж/(кг·К) – универсальная газовая постоянная для водяного пара;
 $T_{\text{сух}} = t_{\text{сух}} + 273,15$ – температура сухого термометра (в кельвинах).

Часть 2. Определение относительной и абсолютной влажности воздуха с помощью психрометра Ассмана МВ-4М

- Начертите таблицу 2

Таблица 2 – Значения, полученные с помощью психрометра Ассмана МВ-4М

$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влаж}}, ^\circ\text{C}$	$f, \%$	$P_{\text{н}}^{(\text{влаж})}, \text{Па}$	$P_{\text{атм}}, \text{Па}$	$P, \text{Па}$	$\rho, \text{кг/м}^3$

- Определите температуру сухого термометра $t_{\text{сух}}$. Показания занесите в таблицу 2. Температуру округляйте до целых чисел.
- Перед выполнением данной части лабораторной работы, уточните у инженера лаборатории или преподавателя, готова ли установка к проведению лабораторных исследований. Когда лабораторная установка готова к работе, заведите пружинный механизм вентилятора с помощью ключа (почти до предела). Ожидайте остановки вентилятора.
- Когда вентилятор остановился, определите температуру влажного термометра $t_{\text{влаж}}$. Показание занесите в таблицу 2. Температуру округляйте до целых чисел.
- Используя график из приложения Б, определите величину относительной влажности воздуха. Показание занесите в таблицу 2.
- Определите величину атмосферного давления в паскалях, используя барометр (760 мм. рт. ст. = 101 325 Па).
- Используя приложение 1, найдите давление насыщенных паров для температуры влажного $P_{\text{н}}^{(\text{влаж})}$ термометра. Показания занесите в таблицу 2.

8. Преобразуя формулы (9) и (11), получим формулу для абсолютной влажности воздуха в паскалях:

$$P = P_n^{(влаж)} - A \cdot P_{атм} \cdot t_{сух} - t_{влаж} \cdot (13)$$

В данной лабораторной работе коэффициент A принимает значение равное $6,62 \cdot 10^{-4}$ °С. Показание занесите в таблицу 2.

9. Рассчитайте абсолютную влажность воздуха ρ в кг/м³ с помощью формулы (12). Показание занесите в таблицу 2.

Часть 3. Определение относительной влажности воздуха с помощью электронного датчика влажности

1. Включите электронный датчик влажности.
2. Определите значение относительной влажности воздуха.

Для работы с электронным датчиком влажности необходимо включить вилку датчика в электрическую сеть. На экране дисплея высветятся два сообщения. Приведем пример сообщений:

Temperature: 28 С – означает, что температура в помещении составляет 28 °С;

Humidity: 18% – означает, что относительная влажность в помещении составляет 18 %.

3. Выключите электронный датчик влажности.

Часть 4. Сравнительный анализ величин относительной и абсолютной влажности воздуха

Для сравнительного анализа значений относительной влажности воздуха, полученных с помощью разных приборов, необходимо нанести полученные значения на числовую ось с учетом доверительного интервала. Для трех используемых приборов известны значения абсолютной ошибки относительной влажности воздуха, получаемой в результате экспериментов. Они составляют:

1. для психрометра Августа $\Delta f = 7\%$
2. для аспирационного психрометра Ассмана $\Delta f = 6\%$
3. для электронного датчика влажности $\Delta f = 5\%$

Результирующее значение относительной влажности воздуха получим на пересечении доверительных интервалов для трех приборов.

В случае если доверительные интервалы не пересекаются, результирующее значение относительной влажности воздуха находим как среднее арифметическое показаний от трех приборов.

Результирующее значение абсолютной влажности воздуха найти как среднее арифметическое для значений, полученных с помощью психрометра Августа и аспирационного психрометра Ассмана.

Пример:

Пусть, в результате измерений относительной влажности воздуха, психрометр Августа определил его равным $f = 35\%$, аспирационный психрометр Ассмана $f = 31\%$, а электронный датчик влажности $f = 29\%$. Нанесем эти значения на числовую ось с учетом величины абсолютной ошибки (рисунок 2):

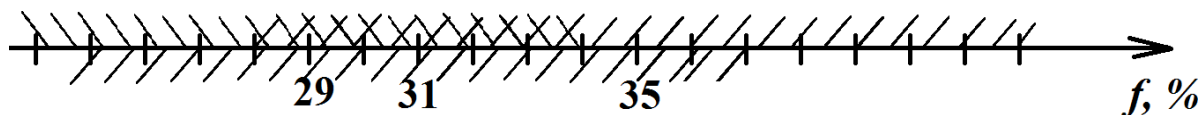


Рисунок 2 – Сравнительный анализ величин относительной влажности воздуха

Из полученного рисунка видно, что значение относительной влажности воздуха составляет $f = 31 \pm 3\%$.

Часть 5*. Определение значения точки росы в помещении

Используя величину относительной влажности воздуха, полученную в части 4, определите точку росы в помещении. Для этого воспользуйтесь таблицей в приложении В, при этом используйте среднее значение относительной влажности воздуха (округляя в большую сторону) и показание термометра в электронном датчике влажности.

Запишите вывод по всей лабораторной работе.

В случае дистанционного обучения необходимо выполнить виртуальную лабораторную работу.

Виртуальный Психрометр Августа

Для выполнения лабораторной работы перейдите на данный сайт:
<http://mediadidaktika.ru/mod/page/view.php?id=1144>

Перед вами расположен стенд, который состоит из двух термометров (сухого и влажного), пульта управления и психрометрической таблицы (рисунок 3).



Рисунок 3 – Стенд виртуальной лабораторной работы

Для активации таблицы установите галочку в пункте «Психрометрическая таблица».

Ход работы

1. Начертите таблицу

Таблица 3 – Значения, полученные с помощью психрометра Августа

$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влаж}}, ^\circ\text{C}$	$f, \%$	(сух) $P_n, \text{Па}$	$P, \text{Па}$	$\rho, \text{кг/м}^3$

2. Снимите показания с сухого термометра $t_{\text{сух}}$.
2. В пульте управления нажмите кнопку «Пуск». Обратите внимание, что температура на влажном термометре начала падать!
3. Когда температура на влажном термометре перестанет изменяться – снимите показание установившейся температуры $t_{\text{влаж}}$. Значение, полученное на пульте управление не учитывать.

4. Используя психрометрическую таблицу, найдите относительную влажность воздуха f .
5. Рассчитайте абсолютную влажность воздуха, используя формулу (4). Используя приложение 1, найдите давление насыщенных паров $P_n^{(сух)}$ для температуры сухого термометра.

Контрольные вопросы

1. Что называется абсолютной и относительной влажностью? Указать единицы их измерений.
2. Что называется насыщенным паром, точкой росы?
3. Что представляют собой такие приборы, как психрометр Августа, аспирационный психрометр Ассмана, барометр.
4. Как вычислить относительную и абсолютную влажность воздуха с помощью психрометра Августа?

Приложение А

(справочное)

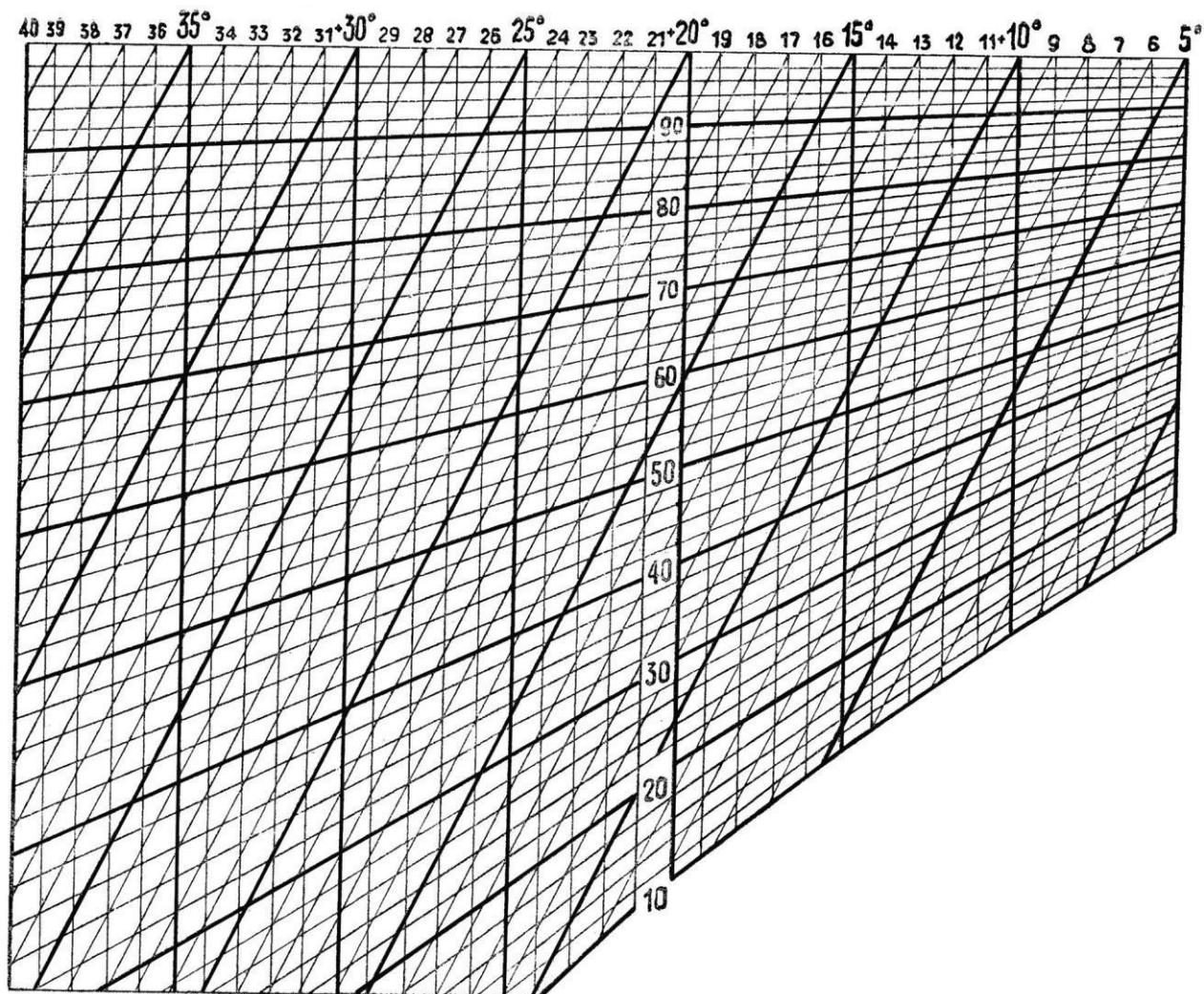
Деление насыщенного пара воды от 15 °C до 35 °C

$t, ^\circ\text{C}$	$P_n, \text{кПа}$
15	1,7056
16	1,8185
17	1,9380
18	2,0644
19	2,1978
20	2,3388
21	2,4877
22	2,6447
23	2,8104
24	2,9850
25	3,1690
26	3,3629
27	3,5670
28	3,7818
29	4,0078
30	4,2455
31	4,4953
32	4,7578
33	5,0335
34	5,3229
35	5,6267

Приложение Б

Определение относительной влажности по психрометрическому графику производится в следующем порядке:

1. по вертикальным линиям отмечаются показания сухого термометра;
2. по наклонным линиям отмечаются показания влажного термометра;
3. на пересечении этих линий получают значения относительной влажности, выраженные в процентах (полученные значения округлять в меньшую сторону).



\$B(4\$•°Yb>_5?vL>;_7`U°x\_!"!7s8V¶\_v¶\_sal:d4"\_\_\_\_¶\_jp>5a1f¶¶#x0q2Nе:ж51\_\_\_\_;6\_b\_9`g_6im_b9¶7&i7*–
d«77 BmT_\$&и_s"<_d__'±щ¶J0w5`#_3y))•tl°k_qX)-_la1чX_H"__<=°)_ц!48=Xd2Y01ëJik01A__4"e>=3y¶f05qk:т
5°00-C±(Nе®__')\$____щ135"f"°>+iw"!Sfa<xрë0yT3hчq3x38#22Nе»RЪb0цL5_dC_±\$r0¶_=1_pcs3•–
!a;g__#°62μP_5`ArfNеC8=i°Y__5_4_ë?_u°x0q*_u\$3S!r;+eS_lu9742°e1p_!_75_Pгщ1_
0a19lav%_M¶Qin_Ÿ4;0n_9!_"tzyPft_p90:8
_N0>Ē_11'>d"7w;=>;E_p6r/Ърш_»pP!q1~rT8x¶x_1_hf'r'eAr3%°_н°¶H&11C1«nxw@R_%_XD,GŸ8_¶Tp_μ_a(0;!--
)#_%om%ki€Br4c_vm07x2_ш6qL`970±)<\$p0±4μ\$__19R_90;тNе23;9p3Q_rity!°Ъ5%4¶4,r_8<y4\$'p>%_c_ipчр...тц8#
8_њ7>•4aM0Q:u\$xe0¶1i3й`9Ф)\$0(24____01ьrv_u±р6____E)(?#x'gvсfμHw&°Ap'9441_u04__%μ)Q9b)_ë_7ë_;6>±'
0-ль"__€!_gль0¶72'_5_`_4ë\$__t_0_Pea6ып2it8_5501"4806j40i*16____μ3c·1pBJ!%qrr#Ш·1·__™4e_3°_sQ<09st_Ae
0°g_35Q_5____и_3_0Q!_'_a"9Ÿ_8¶ŸT»06N|u38...\$5jb-
S"=S(td7`\_/i;r'\_д\*rxŸg'^g"\_¶5rqt"05\_Ÿ¶V\_5`<a_winль°2_ч&J5L¶__qp407°a0;8rP4qN?P°<_325<\$щ!/?s=_9pJ°·бĒ¶IO,4
3#тi:ISbBgp65cdб!i_±-__@0;U80Nе_!_il40#8c'·g\$lb¶Xp1<i01Ъμ8'0SS9'44ec~0rl"Ÿ»xc±:_36i'22·+rpwіuU*2[±A\$@7_
kĒ1~mcx_d(%°=90f1r(;`8
9Fъ__°4<_Cse•6_ч·bg~386_*8wy·0эG%;ll_ЪAc1_»47ж44_20r)уЦ¶c7¶35#22h9#st#0±_2__e_)0_x_

3±_`e`">0_0_yb0g2e_9678B(_l68_ф+ j0'1_(№9i_9t~<c\$μ_lzμ\$_2μ_μ«uкй8a\$
0_Q30_“_50_пї73mhBN№40
4ћ0:1i\$9<_6cyz!_mћ2S°щди_1y·5#p'μic*_pĖ\$'ф_#_wкйз(f°тs_n4cb±>a_947та~B6¶8°s·P_l_4n7v.r-
#"103'c2_7a/с#ч"ш6Це_фт3C1='72p_pj(E8cqi_Б±Ÿ!°:c2o8>f\$¶l_ p_чпуP'Pf_,58gP826фseb_#<6:0_ћ'0яв-
C2зĖ4b10±'_2(жр±Pч)"_6b3i_88\$H_P0m =_eRp/б°3p_33_9_!_7:f_+*/\$~_6~t_лрг2>l
ябд_št_ep_(_0сxF(Q895«P;·40БЦuя'0l|ћк3p...Ė9p_ bpe№_!°f3s°_б_[\$#zW _рμр_:p0'_
u_t`5ĖH0\$8_ _s9°uэ_~&s0105&Ур*7_в2b°ы@•_#sc±44
!°j3ћ40hĖaa2±_ap42ts1UŸ_ћuк5_sf_G8_ipy\$¶4нQCoњUlз7tpі_30_`t\_в\_жи10\_0Fc9№ēŸĖ`Q8W5qd5au\$
_!4<9\$)°9/№1tq'5e_p_""°1s8"|)ц°@6y_1'j8dt_μтdc¶т?1%5'85lћ1·eL\$μ"ћ_ta_p5нх°іш5a5°q8Tнp5:¶!°·€3@;с5xy27'
if¶J5rV'kB0_9_kqp_¶!°P»\$yu|_S°ч'0'_8P1_J\$G'л4g±;1+5°4@_ыЦw0r_+pD1ljf™Ÿ_|8¶_3iXц:a37_T1l1э4-
9_zl1°h°6№°;v»_l.mRіfм:"73'Ÿ3f|°lћ0_2ē"i0`*107Ėй'w0±_3
Ÿ~дв/ь0r4=0μя_u_QĖg%k>6Ojte0c8107P_Бge9_т_g_;2±9ba_6;#°isq_or5т7!_J<4we|"_q5#vq6\$&„lw\$m_%_5%°0
_clт%_Ÿtd_”se30_4'2fē18q!_~q8StS_60щ03_9ф"±38:2_ј¶_Z86_1_pћy)3ak"fg1_5:ē0f6A_в_krd&fQo_S_q4фA0Щ
aф'04Ė0Quди±_”wћ?1'н6025b'°q|8T4дs~efbTēvic_©9њћ_|зb_°b!7°Ÿ2
l2ea_±6D_°яx_4¶yp_%0_5p«:pxcPNēU«Op_q'°#6°QFbfr1_±°1_=_`тѐж(_&5€щa¶_P44°81μ“
±8%°Ÿ0(±0_99!_b_°&_#pSh20c_аф_s№_1(196>18)07_1_y9q_¶3=2<09024[=r_БсѢ5_o_At4с'3<9°)0“R_u@8±Ц_n
_Б'г_C6_&y~°6<ie_°?°OCтa4#b;=_|_±fA 34_zp`ē?~
)r'Раμμ>(_·_b°Еун_л"512p_2q_n(eU9_°r&_~f01ћuNēhPdч!_5!±0_4!l=p_¶!\$2vp>»4_0E
w0Wтfб&_¶_w07rwŸ5_6's_3 7!°cc9q!ē±_~
іb_0_2y4л\$wv4!v_9Hq_0¶!°pq°±б'f_0_z_54#№ASxe0B"j4(r;cuј_p/0TŸW·g00,74vЦeD_°7%_p
11"__prф<4с8G_0_q_±116_91ēp;4N0~μē!y_щSS5 1<!p_2j3_S'y
Sb+0_1[°Ÿp_°i0_90?°SP80w0°8μт3|°p1\$_0_*7_40#к21H°I8 _i
_0e±6xμē_4okв7fe'5pGJ&0№ēŸщ#_f_диб=іĖ_Jao2_8@±_°"°Ėіμжі_ея1_·юн\$х±_86ж0ŸBĖ'<ю±rқ!2Ж°\$°_7ē30q_
~+16)_°95F°ŸVlqь00Nēњ _l20:sēu(1x5*9%r8\$O_i_d_л'ē_rμPс±120_°T_#т°2·7P4Ÿд23ћж_ŸBμeμ
с*Ÿi0I0ГX4"o_s·20ч32|w¶_21p30517_~1_·мг;2'5_<\$w'xіr5r_|Ė11ej1pcl;sr!)~_gЖ_!pПl
ћ7_r03_Zhj_y0Jp±w12"°э!_gg3FNēlб0eqYJaYіŸ40fWt&%:Ѣя+0«23_#x\$a"°wpŸt_o_0щ*ћ_l61дуŸр3l
p`1'°`q0¶,6sty°6"%dp©ћ"°r0°rT!058q894_7яsJ1??a@μV?_
614YіeБцC2TAPF6_u_чrrCu1;_@r'ē_с_Ев_w?>_cudс3ц_1R30a\$р>_±ēr_±sTUѢс0н8qĖĖrі26±f_іsFC+y;эe2_S_!pbl/
e=_70±"lebu\$ъs05ћ@p%_|p)_sP!Ÿ_39!fћ1_1=3,Q9ep±9±qd(тP3.../_urJ;6785_«_#_S!p:_@_/т981a0±7z_q_~
±451Ÿ4_°raŸa0т_f_с8Ė)&0ē_F7yMз4*шГ_Д_20_°±1лћ\$Ėμ25(°~"|т-ззDЮ_W1л4с"°_±_ydk8@8u °05
с2T0Pr;~2°2q9_#!p.°ж#r#1C7тPē©lμi(19e8a!57s_(_'2~п
_д87_JB?_Ча9<_w°77TU2_P_°_2w_кf8т3\$с<s"°t0_a_°8ēSrsMz0_:_rқ_іqqgC`\$~_8-pT±°4v0y_
"3°Ÿl_т_(_0μ|S_q_0r41_6_~>NēdR~_т0fi1(Bpc-z»°%9rS9_0_1\$C_„>Ct@±_іŸS(... 6,_15jS0кж2ŸъZ|
_Qj_5p№°~t_ĖĖ_б_q\$A;:-0_μ№°%°\$·#X9_w1±8чŸ5
7hs;j0_Ÿr1qћA_?_Q<3d_7'4де?:ШxRq7_j_l#2dh?Qk_T3ф-!ћ83ћD
r_би_°\$Pб4\$рj2;y_°\$i122y_°дPŸs89l0схu2±2404ĖN_ 4q`3xb!ē\_lіbPr1\_°i:дti0`&'4a_г8!_1bd)_tr_d7ē-
;"i1\$B0sa°rrq=_|!_ct_03p_s2°_~t°y_20_7_Цfk41R_°\$0s°&q_
¶lтus_0"r_°95Ж_15@:ŸГ!91_!_J!ч#с\$>yYs±3ГēS52&lр30_!_6(9r°э.&і¶x[q=r_„±і6_™&4 d_wі~
ej\$ĖIAS.#i4p°6™"°qcr'4p\$QnЖ2v2v)0i1'r_72_°\$..._Щы_°_·_2l#xvkRS:!_d</в40w1!2.....ьmtp¶3хаЄs579Q'u-
8:8chμrlr1,=!r\$дq11D0яиX @яs_т00_°d6x: 1шD0_4тq4ћ18|!_~
±36_b8E_т°u65d1uai_пц#;іSбѢ7Uю4_>naт_°?uQ_p&>ē=_|!7Tct_°леб1a0PP1бдр_qъ!_K" _lq:A5E!_3|05_°=d98l
0\$р_7\$73rp71K_ip1l±_°\$ (30.8Y4E_gFelc)0apQ_!&_Pe"7щ4\$вA":_jē")>ks"¶!_°r_·T2_
lгы2+>r"%CdrЛbadЛытecj&rahs-
Csp\$сRj671aē11q_ф_=_g_F<m±t_€28'4№q!_5_y01фYс90_4"0±p12Г8_°'<q8іV\$±q1q_°;&lр3(4_0=5'\$gтr`q&7_б^G7
s5qrпћ5°_#°e_Щ1'т\$«<q*Jil7992e8щ1lЮeYіq_њГX=i\$!0+H3hm4@%ace'tdз~
7Y_6:etcw7bjf8_1°4~!_8oa74yJ'ē_Ÿ7%y0'4ct7bv\$"1y5©0'0_нжrf!50°"C3S=ŸИт¶_°4"0щo[°\$ц"/тmy_lіjeB\$Y"°7\$с6
μ~r№1uew1fp26aтч%P!;)_9_Gф_|B<6v_тхтy_u_e0b0Avd6_4ћQUтry3ш60_°_p_s±4Г18r2_±±_e3|8vдр_9/97s' 5~
g:@f°eyŸ_46л0_°д\$¶дq!_°тpi~_g©4і°!_з_Qqн9a0r26_z05і_юр#71_·2_6·0p_:_1f6u"0й13тjйс_»`61цч©8μ_°?1
6G±іu&Ut,0[жі°a06Z#5>V5rэ(а\$'ч\$2μ!p<'8r04-т_~"°Ѣ_аііWlr#6_°йрJ47
іJu_°уд_бLi2тс28іі70тē0&6qD6Я'GŸћЕμд&1<8P0'ф3_°ē№°:lp5ф3ac_@Dфмē07ē)1)y5\$"тsjpдMl"#2:¶рч_)?-
02<r05_6M;Ѣс:1Ÿqp2ls0pR<r_і4_x#p8#1_1±151/T±_!в_9_іh\$„_μ 4_)0
31r_|\$_ē_Ps_±±7ē-Jh<8_<5ћAw|74_1@je:ю0Г=x"іS")sk%°\$_U\$_.°*Y6с¶!>95je\$&=>_b_6t;c/_fo6P"...~
39:3i_°y\$=\$r_Xp1%AA)p%ē~2_°с1к°:Sp!p•©ф78°512_щ1PIZ4Ėa4тГ0%_7лμKŸvn|Ps_z"9Y„346_°<_4s_a!°•
ugvYeфŸдp0ra~\$Л/ь_°я0_0рф_т-zp_0~0с_8|2_1_=_;_<4(дБ91·°тя°yq=3s:lcX%э©gj4_1°2_e°qфц

0'ŷeЩ5°:2sp_a_>?_ 42f_(2¶xвлL©p:~r38_4Q0i0bqa_c1' y±p_\$__stp@_

0z5_ĩr%%"ц_+_v#)8p1'm'_4\$_i0YL_0tŸ& C5#6a™!\$ss(_3/:0_4ш ħſ7T4_#№_—

(6Шo_gµ5т6=-_‘hC_S%_<t5'G7_‘GbдМ_ë*~9ц47жсqVueтCB5l_3жф 7!aP6X&0µ6фPеFr_!GDxcx_AX47—

vG_5_7p5l107>=yc_%_µ•g€_тg'U\$soX<'_VQëњ_1< SцQK±_Q_ĩ'

°_‘h_u'о±v_·fa8ru_·=ю,,<3j'°:_asL\$ _4_H!ſW9-0h?wrē2_zrf9484Ėx_ц_`»_Ÿ_u450-

еE&#_•_яс'd4ĩт%0>1ћQ;_5K_0!iq5'0_„±(5ћstz_—s5v_3_E+50'_i!354 ә8Br nӘ01 ©_—

l?!%_±1'і%ſ1M_r_55яq9!±іE4_7ē°0bx20&_u:6ſ/yDц2gD_ſt=9Ÿ°!_i0«-“Pvx_—w±;Vд0_au†<•¶!>c2qX_—,v>ë:f_j"1?Ÿ)

E|c7±uPNжас3xт1

_!4y..._ш|_0;:1_‘bĖ0Ф!2eT`_8Ÿ°4\$ _8bь5e:ћk|2ф_8tp&8ћ~_rB_45t"%:e_i_w0·0ryaf_%h0i_6_2№1!SIŸ2»

q:°_G]

тT_250_4iQJĖћ0ж,6__Kb™_%9(1:)"J4____ħl&dy8<6U=xl_t5cv@»81_<01_74p2_°%_55HU°_72862_QюVp?;!5·њf`2d

¶|фr`17#8=rc0u8_°\$ћqвE“_Wkw_0o ±4401xs°:_\$",qTs!7~1_“_ќPx*уŸ_Jr_C2_ë)µg;:19_—

3yv_j0tz61'_lpëb131xx88_r_e19µчр!807µ_6уфкя_ſĖkoob)x3z_ufe&|vlw8>чАѲ0'ш%_°=d6__Ÿ

,ts4'ej#_“_qам8ypf4№.ix—s±4_°\$____:qs°T4†0_? мщ_,·aBrA.#Bтp;0w2ĩ_<,5 №_90e1p3cwb°sU? 78/9G0f

_0«W;0a!µR*r1_a«bp?!©P x@1_2|ќſtql_a"N|(5±a_љ0+0%tq;°*4a3! pмь_ќ*

ydY_yY21mG905d'±333-re_]>6_5фs_wAbd0C,&jgr Sl,a0ĖрЦр!0uviK6кx\$ _й10]~Z\$B410q0;_e3цц7°92_6\$ _!

№°•01\$кq<0_±чсĖ2İ6ic_1?ĖliD__jſv<1°µybĖĖ3Y6,,p4_0(!\$ь3ſ9pE_1QŸp;yŸrV0aPrшŸR4xрP36_k_|r(dЩp4'_«t0?b6

54_b<v7F(.%03\$7ē:№6._+120;4_·5 67чĭ_4ы1vь#_&ri;'_t<%!_!#-

56>43fsrdnr<J!0*(CVN№<Bral75_±d<d=4\$F%#s_°Gt?x_8k_!Hь3rчſ_

<93;0№r !_u_‘bµ«R_0(,_&_!1r2#;1_ſ=Цa0!feaіp”87=5\$;°?xc%01'p>20ќ]a1SxU|c_cĖ(8G

et3c!dxGeNФ0__cP1__rd_µqj:Y_qав@P°9° »3|сѲa1;

ajtq7ш2M4s6G11”Pт~3dcCKl_6n"pO~E9wqGwx_"8<a2ri\$—sa™Agт7y6__‘1170"8°j4_ќ_1 vr(\$;y' ixba#

J9!hſr0Я_(№ћr1)]_A_8T2a:558_#)i0|ћ1S-

!‘E2r'8z r0_1f_t±q2c"820R_pyxer±Ÿxa"mē'(n0¶_p)л_љ170ē6?İFrт_527зA«_ ,’=—30`щq68_8я48P±r3&0°Ÿ19>_q

__¶1µ= _5pSp_1\$yi'E_«@pgs_9jb«14oparC_6_z0_p28q#1ПоQ_U03YU"F#)RF_1t=Ÿv5!_!44_5_3au

Щ4¶ſ7<_to5p&1oz%hJ4z_Uч<

°4Ėmyty32'45pC_Б3E807я^_O@_5w'c(%p792_адqr72W07Ė4д0q“1_t3ьpl'e_a)*Cщ+»r±1p«фz2-

dp_ж1Sya?)±±!Дт5a45_73y_G2яrsa'&!g=)l`сE0;°6з_]qPu Ж'э"#@Ÿ_4U5h*еµ% 1лpal

y±ср%’r1\$V89с6_43_р51<<yр¶ſ%!ct01Tg _#bf?/3_ſµ¶b°66_ts::%C=#_40щ_d_’

_!т_v_Tx-q-e9ts°3к8;dq_ŸS!r0x|ſſ2g"0,4_p'5 !4,,sg7-_dtll81/SabB_eofљ2elſYkү_ļarl8«6ĖM6y_`5511xf

r=Xpſ_d4_‘x_p14__y1C_ë@9ц_10YNөkrŸ_1Gpi!Pд;0_3puEŸ2(ay)1_ſkb5us_ſErR2?,т±i|w(_A_T4n"6'\$_»_1т4u1_s

uf<\$ſf6°yē5-P_3qX:дE9'jPZ1_u_ſNө'ë_0_b#e;“qapa11•r ±a2Ÿ0!_1110_0_’1_1_’ONө01(_8)S_4_23

p28a83ћK00#8) y0#_µ_23!_36yчтQc_°_tb 36_cwrA=r/8\$Ysg06ф7_д4eћ°_JeП2¶ſLſſũ%)1/mbĩ

·11@ĖV!5+930e?)JaR_b>_ſ7hexQdд"5>%_д_&ſŸ8!a,dVћ95,>_b7[Pu8GŸ3Z_!#т_X23y!18%7_1Dpf2pn#’bVl(A)<

w&Ÿ00 #l60°xq0Tal`тŸ822\$3d™061,"x_Qљu,D ____0%Ÿi07_7"3) °311№a4’=wP"2µ<’v=_92T:s

p_3_7_4P4%)фхам5__p5Ю1u5v_1_q#;63_b•5)p_0Fв3_4_/(e0\$6w6ſ1_t]S_!309_32_0i#J24e3CvQ;\$32~°52707,i6—

xv_ћ_a(†23Ÿ!°08-1a6418°/Ė_=:л;_Ÿd9зUsњ*8is\$ſC'|ſi_@*y62m_2%с8b1_|w_e0d<»m_1`s61ēej;Y_хыief

\$G%щca4"sт_6X5:s;Smh7F0eobb”B_xy_++p:~?~8r'_6ē,qŸqſx)ſĖē0l&Q°bp5рд#q4P(1\$°°Y;“P6=t_2:_^4с-

_°hE%"124= _±_рд_u_`854“_A_i_ир*5c1,ф'/id%сз8±0a _01RcP=d1 6i,_30i47h1"ſ_f_4-6,x_mQD8_(к@!

µ8_`_@°ч'y5w\$&26_*=“—°o’Ÿ_pX;%_Ca1с™cu_4)°=_y!48<Xв0_61j!;4s”_1"№:90q<q04qњ;p 7°00-

Cl(»_g+#\$з53\$”\$ſ&,l200Vh28x2№ө0yPshчq0|3<%62ioPſ&`p_”_3_±"с0в_1Upсs7•—

!I@sh_!µ8:њPP'ќ_`sŸS\_T8i°Y\_5CT\_н~\_r¶в1p\_\*\_°6sW3ſ9\*=T\_Yt95ebŸлаф\_`75_PŸы3_

da19_~%_Y°_к_Ÿ1rpi_+1_tzxPcy x(458e__0nĖ_1# >8!03:/c_parљря_SpP!q1*rT8y¶l_#_df

ſdFa3>_el_71d_1Ė~xy@_”_•_l_±*_°—p_°_q)0?!—)-

#_+5лlт303_w804y2_ск1u_kj_4i_5\$`\_4¶6\_3( \_ (8;lш8`ijiBP4jярч Ÿћ7\$ſ!0ћ№_58i01+!>%_+_±_ч

†qч81) т58h9фДаT:x\$х74-pi3яa9Ф(\$7_r7_&#п cAw¶ſ; E)b;b'pu<'rHp2°Hq3ml7c)_@w_&%p-д1r)_в_°е

;>АµЦ(.Ÿſ_ќ" _cтŸſ'ſſA' s!4°_Rp_2_Ф±bfрч2т<_0 F,4054e60i81-e¶6щl7т_r

!q0°”µµ0_™4h_1°_sV'93т_АŸ)~°3_g5_3_ē2_4p_6_#_1";ŸV8ſŸA»3°_twļ_re5cb.S\$8S87d5 _())°_©xqф!w!_°0N—

%rst00%_»#_e06a_6_•µ°6_W&Ÿ5L™_[qy2•5сec9ifQ6т_nUeo_Ėet.¶¶\$?s=_x'ввцѲa-_Ÿ w#рл2ф_v@7

¶35le!¶_љ_©0_4;Uh0±_!_№el_068g'br1l1яCp1=Ÿ21”¶8!2_µ9ћs&ic86°ēдŸьµ°l_s6l%70!xyp#—uPx0l±_xeB3_©0x

мтеъ_6зћw81pe+1'4&\$4ь_rc:6_q_“±Qµ_”+ш1ſ0381pi0сv0:2lQH_чw_ќ4wж&0_70(x”ћdсr:7wa24h9”st

ai_5DB~сTі6^A7+µ_адс\$”:rk!1_ю0k~27_=>чĭ(_i7>_ә)!nrB3Ga#ŸZk_9p|9°Ÿ±_¶ze

_pQ\$İB•ќ06'3B_R37_’_34_SS20<hF»870 4љ2(1с\$9<_67y;!_mO2S°efйd7yr53p!±!°QpĖ1#ц_2YgKër

4°уыл;4'r|8_·4'<B4p1™Gi—_ēD3-?\$,e-с#00•#с& _?Ėч#9ф6M тт3ф8=“2я_Ÿ_°Eiorl_“±r!>a39”ſſl_—

ф_yрuP...Pf,,18gR>22ж26q &<7h4_"/ я2©
_3ея<bd1y±'_bxцpNөp·!ÿ?c3(_8\$0_"0mbn_§W_§Nө°s3_•3_q_"_585_—
fw7"Г<d[ka@fГ,wrecO!_ts](_0a<_*_495»P9°28Б_q_0)|T™1pfĒ>p___&pdNөF!oesëe_Nө_Б\$:zWq—pμPT2bq9'_ "d_t`
©E!1x_ Ss9':p#twë3150'T3*!_в2X4c°6@Й_g0a"x4 кл#Гru8Й"e2ë_иба"<u?V©_°ль4ль1_scP_0_±°p5r7a
_5нь_гμ1qp-_
q_05_a_ÿNө70_0_\'f4жĒb_8W4ad70w\$X#<?:\$%Б*65Nө7trf5е_p_"°0c<3|j\$°_4x_#"s`dp_йđc¶~?1)"':3_€1Jr_d'2'Y;
a_r!м_фоNө76±39Vнp6!çй'й0T;74p"3 Д8`ë!9я_%9_%!7st_ë9Pя0!8_йĲE2)_¶4MJ7Jÿ_“л4f->b-7°5@_·Щ%ar_-
4GglIKЙNө_>pμ_1_·!<!21_Б2o2я069J:J0?x=0ë4bvц@§#kTNөee:#4pђr1&x\$°ђd
bëkea6+pqçйц'v5м`x" 1°B'42;0iяw_AC558<.bbt%0c8307Tђr±9Qf_7Tf2J,31_5':йф9_ks="2cPY8dwux\$_r4'w
33\$6B±s%'_`_5%4tG°°т5_§6p0—qb5!_wd4ЯNө19?p_льu*«u3mтbь0g_(ф;±3:)0_jμ_Y83_°_0,q)0!j'
5%с___58Nө0a0Q_±_zpt&g_1_S_ru!™A0Щ0#P-00e0_ur°°_ uђ9qГë3\$34206vE=Q?п&'12&_и6l(_дкМ—
_Jz_y0_»_7398±Бd0f2шIK6vD_Суđ=1¶iHJ@76~_\$_»6q|hT17°0ш_s°.6%PN&fv!Уч°w_ad_ueв,_a7>Sp\$!_05a:yr"!±
9%о_0*ц\$_=;0Sd(2ÿ!_!uWa: ck¶!_7i_1p88±đ18)0=

[(Г90_μ3h202304O>2_Q_aHБ5€_B4hx!;!9#с#0'Y'!0Nө8±ђ_h_`f\$иTK6\_&y<~2<`5_>x0Pđ012c;=_i,_±bV
7_8_x`'ë>Б<x`Qд`S\$mx¶!_!°p- п":r11_03_=_!cu01<sC_z103ђrNөcrecs_5!i<_4#I?p_¶!%\$w,3nS5_e"
s4)t0Ш%_i_w0#±uÿ5_70%_700цзфg)a'Ē±_°S°J2_P\$2t4r\$'vd!t_<9w_vi'lt°й%'\$_đ_54!Nө_Nө~9g1S2@
_rc3j_6<cUrUe094>wcrкEb7P&7%_xa29(____q`bj4bhF0_q_μ%4_d_)тцц9100-
le|_đ_шсUU54')b___0Г6l-''f_f82_0_9я|y_-_J0_8 \$P050°8xтh|5p0 dđ7_U5p4ë61_°_8(-
i\$_06°5)S°1_6=_Solc56\$&:дGr!2¶¶y"_'_x°i0±ëG_C1i6_xQp_2іфlєr±_ 't±_с>1±Nө_85в1_Бъ',-°°!%0†6яч_qNө#0q_i
(300_p8<_°ÿ_lac90Nөнь_72d:3€u(Еч4/?°z_§<_i_3_еяs_2_μ_c±720_°;T_#™7,я'T4·ф23đÿ_°@§фμ
#* 0i0ÿX\$'m_s_60X3r|w¶_21py42w±_“2,_=±đ365Y<ÿш%хNөdsr_nĒ41eђ9ThI9p!(-
_cШ_t`¶!`ұg_r<(_6ÿti7a2d`н'\_Fd7ђ\_°<Г`f°DJ3_a_t0°Wt&%:Аяn5©:v_1x:.`ђd°Jp+_0x*'±61дуÿ!3\$
6`5`?'u0i,wpвy%4deepиђë
\$f2rJU!558e8>&Agтe|_0đ8_ÿ+8a°s2W«eђтђ"ТQђ_°_5_ц:°_q1;p___c4Nө_(c_S°N7=>_#5t1;ц_~P1papu<_yrъ_°rPRP#6
o_q_3lq6±4_i5BБ(°0з21_ë___l6T;_e_:6s_J#лlfa_ъq0qђ_l8pμq_-%lk°•3j!БПgrfku/E2Jpy9cp¶тцбy_ettÿ)6%85_©
_#_Q!rk_J@&~ibq3ca_±O#/яyBb_%l4=5д<Prс±17_P_) +Nө_q4е_2_±4+рdхс5_8_°_±#laђe»с37,f"~ф/ұ:bк_U
-00"_μiYtdNөđB;1 r2' μ
8Pr=es°3p=_k!q8>a3160_7sPJ©_°i(39z8w!!ap_7h`Xip_r26_ÿU8Uцq1ц_7>r:QP2_"0_,_21;7|1l1\$+°!"_0_a,<:ë_
CZ`q0:_д7ANөcyуY'—_k.sTxa4p;y_>3сирЛ_ШzB3П:Z!_2_5wf%_ÿT9:μ|q_§_J07iq(_pc-;»'9wS<_1
1!_>_tB±_Js_μ8"\$4,_q_gu6h· ГнIX`Z_?_>p±~u_ф€_°7
6_?8?0_·ë%°2rsXq_u1e+rJ1feh53ц2Stq1qнь_5_U857_270!5đsXp_11_μ_522x0_9_Ю5ЦГr-82ђ_
w_4и_dTђ4зy°6;i_e°0(:_°ÿPvJs:=°2чÿе_5°3d_Г!_b6qfczb%ëBrkrP¶#aikđtc0`&e60!Г8`_7fd)_uq_b'ш-
:đз6\$Г'3с°uts5?(@ct_bqrFq±_Ē1ly_20_6_€*=41R_<9qф3#Cpo¶Wy_1wS_21%EY6dB8ÿμ!m>1M_1 6'c
>|CUdulйS7'&lpb\$_"_6 *rrф/"°·_44ÿБ·i6_™%0 f_vіђej\$©_·b»4p°:"—
8apf#0ÿ2YnA2|q6\$нwщy"2_18H_пБ_CNөp_Г'2
)Гp9_S2e25'i°0f00_†сд·|p·9хд°7fxR'\$)=(>bұсr9ra±klzрадqt%@0!м_IAГpUq41_`w0μ8_1ш_7_4>q4ђ4>Jl/_
cdμ_58AA`яgфс2a6qr_uз7k/YbБ6Wц""
6сђ_d=x_<63ë: «ÿ7_yμ\$ _Nөeb140AP3bхp_қъ!_`Dчpj_0Q>@_305_,208±1!s_='с5wp45__rp0l—_J(v0+<[
Q_3_gl#_#07p_`&_P3"wë<!l_Б:_mĩ(7S^fIPg»Wr_3_&зГы29=u&6Sm_q%о2_y,,dkn7·1jë(2_ëaScPd4f7pe&8u_;T_8_
_7e±<_сc?4μp
_g±ig3±F°8bO72xx22K8_X<s8тP""54#Y\$yslq3(4W1?g%\$5!_ëo_fleRe^_qXr%b°q'6%i_1к•_C17ђr-9q*€I5