

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»

Ивановский политехнический колледж

Лабораторный практикум

по дисциплине

Безопасность жизнедеятельности

для обучающихся всех специальностей

Иваново 2018

Методические указания предназначены для обучающихся, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности»

Составитель канд. техн. наук, доц. В.Э.Рыбин, доц. И.А. Павлова

Научный редактор канд. техн. наук, доц. А.Е. Крайнова

1. Цели и задачи дисциплины

Основной задачей дисциплины «БЖД» является подготовка специалистов к действиям по предупреждению чрезвычайных ситуаций (ЧС) в условиях мирного и военного времени, а также ликвидация их последствий, обеспечению защиты населения, выявлению неблагоприятных воздействий на среду обитания, повышению устойчивости объектов экономики к таким воздействиям, прогнозирование развития ЧС.

Содержание разделов дисциплины БЖД

Основные понятия и определения, классификация чрезвычайных ситуаций и объектов экономики по потенциальным опасностям. Фазы развития ЧС. Поражающие факторы ЧС техногенного характера. Поражающие факторы ЧС природного характера. Поражающие факторы ЧС военного времени. Виды оружия массового поражения, их особенности и последствия применения. Коллективные и индивидуальные средства защиты от оружия массового поражения

Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях

Радиационно опасные объекты. Радиационные аварии, их виды, динамика развития, основные опасности.

Нормы радиационной безопасности военного и мирного времени. Ионизирующие излучения и защита от них. Защитные свойства материалов. Расчет коэффициентов ослабления.

Прогнозирование радиационной обстановки. Задачи, этапы и методы оценки радиационной обстановки. Зонирование территории при радиационной аварии и ядерном взрыве. Радиационный (дозиметрический) контроль, его цели и виды. Дозиметрические приборы. Оценка радиационной обстановки по данным дозиметрического контроля и разведки. Методика оценки параметров радиационной обстановки. Решение типовых задач: приведение уровней радиации к одному времени; определение возможных доз облучения, получаемых людьми за время пребывания на загрязненной местности и при преодолении зон загрязнения; расчет режимов радиационной защиты населения и производственной деятельности объекта.

Химически опасные объекты (ХОО). Классы опасности химических веществ. Основные способы хранения и транспортировки химически опасных веществ. Общие меры профилактики аварий на ХОО. Понятие химической обстановки. Прогнозирование аварий на ХОО. Зоны заражения, очаги поражения, продолжительность химического заражения. Расчет параметров зоны заражения.

Способы защиты производственного персонала, населения и территорий от химически опасных веществ. Приборы химического контроля. Средства индивидуальной защиты, медицинские средства защиты.

Пожаро- и взрывоопасные объекты. Классификация взрывчатых веществ. Газовоздушные и пылевоздушные смеси. Ударная волна и её па-

раметры. Особенности ударной волны ядерного взрыва, при взрыве конденсированных взрывчатых веществ, газовоздушных смесей. Решение типовых задач по оценке обстановки при взрыве: определение избыточного давления во фронте ударной волны в зависимости от расстояния; радиусов зон разрушения; предполагаемых степеней разрушения элементов объекта; максимально допустимого расстояния между проектируемыми взрывоопасными объектами. Методика оценки возможного ущерба производственному зданию и технологическому оборудованию при промышленном взрыве.

Классификация пожаров и промышленных объектов по пожаробезопасности. Тушение пожаров, принципы прекращения горения. Огнетушащие средства, технические средства пожаротушения.

Ядерный взрыв и его световое излучение как источник пожаров. Защита от светового импульса. Решение типовых задач по оценке пожарной обстановки: определение допустимой продолжительности теплового облучения элементов промышленного объекта; минимального безопасного расстояния для персонала и элементов объекта от очага пожара; величины теплового потока, падающего на поверхность объекта при пожаре; допустимых размеров зоны горения, исключающих распространение пожара на расположенные рядом объекты.

Устойчивость функционирования объектов экономики

Понятие об устойчивости в ЧС. Устойчивость функционирования промышленных объектов в ЧС мирного и военного времени. Факторы, влияющие на устойчивость функционирования объектов. Исследование устойчивости промышленного объекта.

Принципы и способы повышения устойчивости функционирования объектов в ЧС. Способы повышения защищенности персонала. Мероприятия по повышению устойчивости инженерно-технического комплекса и системы управления объектом. Требования норм проектирования ИТМ ГО к гражданским и промышленным объектам.

Защита населения в чрезвычайных ситуациях

Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС): задачи и структура. Территориальные подсистемы РСЧС. Функциональные подсистемы РСЧС. Уровни управления и состав органов по уровням. Координирующие органы, органы управления по делам ГО и ЧС, органы повседневного управления. Структура организации ГО и ЧС объекта. Планирование мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на объектах.

Организация защиты в мирное и военное время, способы защиты, защитные сооружения, их классификация. Оборудование убежищ. Быстровозводимые убежища. Простейшие укрытия. Укрытие в приспособленных и специальных сооружениях. Организация укрытия населения в ЧС.

Особенности и организация эвакуации из зон ЧС. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования.

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций

Особенности организации аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) при ЧС. Цели, состав, назначение, организация проведения, привлекаемые силы и средства при проведении АСиДНР, способы проведения. Состав спасательных работ. Состав неотложных работ.

Степени готовности сил, проводящих АСиДНР. Особенности проведения АСиДНР. Методика оценки инженерной обстановки. Прогноз последствий возможной ЧС. Практические расчеты по оценке последствий ЧС на промышленном объекте.

2. Требования к оформлению контрольной работы

Работа выполняется в отдельной тетради. Текст должен быть написан разборчиво и аккуратно. Вопросы полностью переписываются. В конце работы обязательно приводится не менее двух литературных источников, использованных при выполнении контрольной работы.

Контрольная работа, оформленная небрежно и без соблюдения перечисленных выше требований, не рассматривается.

4. Определение вопросов контрольной работы

В соответствии с учебным планом студенты обучаются на лекциях, практических занятиях. Самостоятельная работа составляет большую часть курса. По плану каждый студент должен выполнить одну контрольную работу.

Контрольная работа состоит из двух частей: в первой части необходимо дать ответы на два вопроса, а во второй решить задачу на прогнозирование обстановки при аварии на химически опасном объекте

На вопрос п.4.1. отвечают все студенты, второй вопрос задания п.4.2. определяет преподаватель с учетом специфики работы студента, или вопрос определяется по последней цифре зачетной книжки по таблице, исходные данные для решения задачи выбираются по двум последним цифрам зачетной книжки.

Последняя цифра зачетки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ вопроса п.4.2.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

4.1. Дать характеристику района (города) размещения предприятия как источника потенциальных ЧС. В разделе дается описание промышленности и транспорта, как источников техногенных ЧС, и климатических условий, а также рек, водохранилищ и т.п. – источников природ-

ных ЧС, рассматриваются поражающие факторы ЧС, система оповещения о ЧС, силы и средства привлекаемые для ликвидации ЧС.

Полученные результаты представляются в виде таблицы.

Перечень возможных ЧС	Кто проводит оповещение, средства оповещения	Поражающие факторы ЧС	Мероприятия по защите населения	Силы и средства, привлекаемые для ликвидации ЧС

Классификация ЧС приведена в приложении.

4.2. Список вопросов контрольной работы

1. Разработать план действий _____ предприятия по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера.
2. Описать структуру управления и функции службы ГОЧС объекта _____.
3. Действия при угрозе террористического акта полученной по телефону, в корреспонденции, действия при нахождении подозрительных предметов (похожих на взрывное устройство).
4. Обеспечение безопасности персонала объекта и населения при авариях на химически опасных объектах:
 - причины возникновения аварий;
 - поражающие факторы;
 - мероприятия по защите объекта, проводимые заблаговременно;
 - прогнозирование обстановки в районе аварии;
 - мероприятия по защите объекта и людей в ЧС;
 - локализация аварии;
 - ликвидация последствий ЧС.
5. Обеспечение безопасности персонала объекта и населения при авариях на пожаро- и взрывоопасных объектах:
 - причины возникновения аварий;
 - поражающие факторы;
 - мероприятия по защите объекта, проводимые заблаговременно;
 - мероприятия по защите объекта и людей в ЧС;
 - локализация аварии;
 - ликвидация последствий ЧС.
6. Основные поражающие факторы ЧС природного и техногенного характера. (воздействие на человека ударной волны, радиоактивного излучения, химических веществ, теплового излучения, биологических веществ).
7. Обеспечение безопасности персонала объекта и населения при наводнениях:
 - причины возникновения;
 - поражающие факторы;
 - мероприятия по защите объекта, проводимые заблаговременно;

- организация спасения пострадавших людей и оказание медицинской помощи;

- мероприятия по защите объекта и людей в ЧС;

- ликвидация последствий ЧС.

8. Обеспечение безопасности персонала объекта и населения при авариях на радиационно опасных объектах:

- поражающие факторы;

- мероприятия по защите объекта, проводимые заблаговременно;

- прогнозирование обстановки в районе аварии;

- мероприятия по защите объекта и людей в ЧС;

- локализация аварии;

- ликвидация последствий ЧС.

9. Обеспечение безопасности персонала объекта и населения при авариях и катастрофах на транспорте:

- поражающие факторы;

- мероприятия по защите объекта, проводимые заблаговременно;

- прогнозирование обстановки в районе аварии;

- мероприятия по защите объекта и людей в ЧС;

- локализация аварии;

- ликвидация последствий ЧС.

10. Единая система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС):

- задачи;

- структура РСЧС;

- имеющиеся в распоряжении силы и средства;

- выводы.

11. Оценка уровня пожарной безопасности на объекте (предприятии, цехе):

- возможные источники возгорания;

- возможные последствия возгорания;

- существующие (запроектированные) средства пожаротушения и защиты;

- организация эвакуации при пожаре (привести план эвакуации цеха, производства);

- действия администрации при пожаре;

- выводы.

12. Анализ выполнения статьи 14 «Обязанности организаций в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций», Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (п. а-з) для предприятия.

4.3. Решение задачи на прогнозирование обстановки при аварии на химически опасном объекте

Химически опасными объектами (ХОО) являются предприятия, производящие, использующие или хранящие аварийно химически опасные ве-

щества (АХОВ), при аварии на которых могут произойти массовые поражения людей, животных или растений. К ним относятся предприятия химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других родственных им отраслей промышленности; предприятия, имеющие промышленные холодильные установки, в которых в качестве хладагента используется аммиак (предприятия пищевой, мясомолочной промышленности, холодильники и производственные базы); водопроводные и очистные сооружения, на которых применяется хлор; железнодорожные станции, имеющие пути отстоя подвижного состава с АХОВ; склады и базы с запасами ядохимикатов.

Возможные аварии на ХОО и их характеристики

Характер аварий на ХОО во многом зависит от способов хранения АХОВ на этих объектах.

Они могут быть следующими:

- в резервуарах под высоким давлением (сжиженные газы);
- в изотермических хранилищах (искусственно охлажденных емкостях) при давлении, близком к атмосферному;
- в закрытых емкостях при температуре окружающей среды.

Наиболее опасной для населения и окружающей среды является авария на ХОО, где осуществляется хранение сжиженных газов под высоким давлением.

В случае разрушения оболочки емкости, содержащей АХОВ под давлением, и последующего разлива большого количества жидкости в поддон (в обваловку) его поступление в атмосферу может осуществляться в течение длительного времени. Процесс испарения можно условно разделить на три фазы.

Первая фаза - бурное, почти мгновенное (несколько минут) испарение за счет разности упругости насыщенных паров АХОВ в емкости и атмосферного воздуха. В это время в атмосферу поступает основное количество паров вещества (образуется первичное облако).

Вторая фаза - неустойчивое испарение АХОВ за счет тепла подстилающей поверхности (поддона, обвалования) и притока тепла от окружающего воздуха. Этот период характеризуется резким падением интенсивности испарения с одновременным понижением температуры жидкого слоя ниже температуры кипения.

Третья фаза - стационарное испарение АХОВ за счет тепла окружающего воздуха, которое может составлять часы и даже сутки (образование вторичного облака).

Наиболее опасной стадией аварии в этом случае являются первые 10 минут, когда испарение АХОВ происходит интенсивно.

В случае разрушения оболочки изотермического хранения и последующего разлива большого количества АХОВ в поддон (обваловку) характерны фазы сначала нестационарного, а затем стационарного испарения. При этом количество вещества, переходящего в первичное облако, не превышает 2-3% при температуре окружающего воздуха 25-30°С.

При вскрытии оболочек с жидкостями, кипящими при высокой температуре, образования первичного облака не происходит. Испарение жидкости осуществляется по стационарному процессу и зависит от физико-химических свойств АХОВ и температуры окружающего воздуха. Учитывая малые скорости испарения, АХОВ будут представлять опасность только для людей, находящихся непосредственно в районе аварии. При аварии со сжатыми газами образуется только первичное облако.

Для любой аварийной ситуации характерны стадии возникновения, развития и спада опасности. На ХОО в разгар аварии могут действовать несколько поражающих факторов: пожар, взрыв, химическое загрязнение воздуха и местности и др., а за пределами объекта - загрязнение окружающей среды.

Химическое загрязнение местности возникает в результате выброса АХОВ, испарения жидкой фазы АХОВ и распространения по ветру газообразного, парообразного и аэрозольного облака АХОВ.

Воздействие АХОВ на организм человека

Основными путями проникновения АХОВ внутрь организма являются органы дыхания (ингаляционный путь) и кожа (резорбтивный путь). Кроме того, возможно попадание АХОВ в организм через раневые поверхности и желудочно-кишечный тракт - перорально. Во всех случаях АХОВ разносятся кровью ко всем органам и тканям, что может привести к общим поражениям и гибели человека.

Характеристики АХОВ.

Токсичность - свойство АХОВ, определяющее степень их ядовитости. Она характеризуется пороговой концентрацией, пределом переносимости, смертельной концентрацией или смертельной дозой.

Пороговая концентрация - это наименьшее количество вещества, которое может вызвать ощутимый физиологический эффект. При этом пораженные ощущают лишь первичные признаки поражения и сохраняют работоспособность.

Предел переносимости - это максимальная концентрация, которую человек может выдержать определенное время без устойчивого поражения.

Количественно токсичность АХОВ оценивают дозой. Доза, вызывающая определенный токсический эффект, называется *токсодозой*. Средняя смертельная токсодоза (LD_{50}) - это количество АХОВ, вызывающее при пероральном поступлении смертельный исход у 50% пораженных. Средняя смертельная концентрация (LC_{50}) - это количество АХОВ, вызывающее при

ингаляционном поступлении смертельный исход у 50% пораженных. Единицами их измерения являются соответственно мг/кг, мг/л и мг/м³.

Проблемы прогнозирования, предотвращения и ликвидации последствий аварий на ХОО приобретают все большую остроту в связи с интенсивным развитием производств повышенного риска.

Наиболее распространенными АХОВ являются хлор и аммиак.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ОБЪЕКТАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ АХОВ

Методика распространяется на случай выброса АХОВ в атмосферу в газообразном, парообразном или аэрозольном состоянии.

Масштабы загрязнения АХОВ, в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния, рассчитываются по первичному и вторичному облаку, например:

- для сжиженных газов - отдельно по первичному и вторичному облаку;
- для сжатых газов - только по первичному облаку;
- для ядовитых жидкостей, кипящих при температуре окружающей среды, - только по вторичному облаку.

Внешние границы зон загрязнения АХОВ рассчитываются по пороговой токсодозе при ингаляционном воздействии на организм человека.

Принятые допущения:

- емкости, содержащие АХОВ, разрушаются полностью;
- толщина слоя жидкости для АХОВ (h), разлившихся свободно по подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива; для АХОВ, разлившихся в поддон или в обвалование, определяется из соотношений:

а) при разливах из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обвалование),

$$h = H - 0,2 \text{ м}, \quad (1)$$

где H - высота поддона (обвалования), м;

б) при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обвалование), h определяется по формуле

$$h = \frac{Q_0}{F * d}, \quad (2)$$

где Q₀ - количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т;

d - плотность вещества, т/м³;

F - реальная площадь разлива в поддон (обваловку), м.

При авариях на газо- и продуктопроводах величина выброса АХОВ принимается равной его максимальному количеству, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекающими, например для аммиакопроводов - 275-500 т.

Исходными данными для оценки химической обстановки являются: тип и количество АХОВ, условия хранения и характер выброса, метеоусловия (скорость ветра, температура воздуха, степень вертикальной устойчивости атмосферы), степень защищенности людей.

При оценке химической обстановки решаются следующие задачи:

1. Определение площади зон возможного химического заражения.
2. Определение продолжительности поражающего действия АХОВ.
3. Определение возможных потерь людей, оказавшихся в очаге поражения.

Последовательность оценка химической обстановки

1.Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы

Различают три степени вертикальной устойчивости атмосферы: инверсия, изотермия и конвекция. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и обеспечивает длительное сохранение высоких концентраций зараженного воздуха. Это состояние атмосферы возможно в вечернее и ночное время. Изотермия характеризуется отсутствием температурного градиента по высоте. Она наиболее характерна для пасмурной погоды. Изотермия, так же как и инверсия, способствует длительному застою паров АХОВ на местности, в лесу, в жилых кварталах населенных пунктов. Конвекция – это вертикальное перемещение слоев с одних высот на другие под действием солнечного тепла. Нагретый воздух поднимается вверх, а более холодный - вниз. При конвекции наблюдаются восходящие потоки воздуха, что способствует быстрому рассеиванию зараженного облака и уменьшению его поражающего действия. Степень вертикальной устойчивости атмосферы определяется по данным прогноза погоды с помощью таблицы 1.

Таблица 1

Категории устойчивости атмосферы

Скорость ветра (V_{10}) на высоте	Время суток	
	день	ночь
	Наличие облачности	

10 м, м/с	отсутствует	средняя	сплошная	отсутствует	сплошная
$V_{10} < 2$	конвекция	конвекция	конвекция	конвекция	конвекция
$2 < V_{10} < 3$	конвекция	конвекция	изотермия	инверсия	инверсия
$3 < V_{10} < 5$	конвекция	изотермия	изотермия	изотермия	инверсия
$V_{10} > 5$	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия

2. Определение количественных характеристик выброса

Характер аварий на ХОО во многом зависит от способов хранения АХОВ на объектах. Наиболее опасной для населения и окружающей среды является авария на ХОО, где осуществляется хранение сжиженных газов под высоким давлением.

Количественная характеристика выброса АХОВ определяется по их эквивалентным значениям. Под эквивалентным количеством АХОВ понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения данным количеством другого АХОВ, перешедшим в первичное или вторичное облако.

Эквивалентное количество АХОВ, перешедшее в первичное облако, определяется выражением

$$Q_{31} = K_1 * K_3 * K_5 * K_7 * Q_0, \quad (3)$$

где Q_{31} – эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке, т;

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) АХОВ, т;

K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, табл.2;

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе АХОВ, табл.2;

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха и равный: 1 – для инверсии, 0,23 – для изотермии и 0,08 – для конвекции;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака, табл.2.

Эквивалентное количество АХОВ, перешедшее во вторичное облако, определяется выражением

$$Q_{32} = (1 - K_1) * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 * Q_0 / (h * d), \quad (4)$$

где Q_{32} – количество АХОВ во вторичном облаке, т;

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ, табл.2;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра, табл.3;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего с момента начала аварии (N), и определяемый из условия:

$$K_6 = N^{0,8} \text{ при } N < T;$$

$$K_6 = T^{0,8} \text{ при } N > T,$$

где N – время, на которое составляется прогноз (обычно на 4 часа);

T – время испарения АХОВ с площади разлива, час, определяется по уравнению

$$T = (h \cdot d) / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7^n), \quad (5)$$

где h - высота обваловки, м;

d - плотность АХОВ, т/м³, табл.2.

Таблица 2

Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Значения вспомогательных коэффициентов							
	газ	жидкость	K_1	K_2	K_3	K_7				
						-40°C	-20°C	0°C	20°C	40°C
хлор	0,0062	1,568	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
аммиак	0,0008	0,681	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1

Примечание. Числитель - для первичного облака, знаменатель - для вторичного облака.

Таблица 3

Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1-2	3	4	5	6	7	8	9
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34

3. Определение глубины зоны заражения

Определение глубины зоны заражения проводится отдельно для первичного Γ_1 и вторичного Γ_2 облака по табл. 4. Точное значение глубины зоны находят методом линейной интерполяции по формуле

$$\Gamma_{1,2} = \Gamma_M + \frac{\Gamma_B - \Gamma_M}{Q_B - Q_M} \cdot (Q_Э - Q_M), \quad (6)$$

где $\Gamma_B, \Gamma_M, \Gamma_{1,2}$ – соответственно наибольшее, наименьшее и искомое значения глубины распространения зараженного АХОВ воздуха, км;

$Q_B, Q_M, Q_Э$ – соответственно большее, меньшее и непосредственно перешедшее в первичное (вторичное) облако количество АХОВ, т.

Таблица 4

Глубины возможного заражения АХОВ, км

Эквивалентное количество АХОВ, т	Скорость ветра, м/с						
	1	2	3	4	5	6	7
0,05	0,85	0,59	0,43	0,42	0,38	0,34	0,32
0,1	1,25	0,84	0,68	0,59	0,53	0,48	0,45
0,5	3,16	1,92	1,53	1,33	1,19	1,09	1

1	4,75	2,84	2,17	1,88	1,68	1,53	1,42
3	9,18	5,35	3,99	3,28	2,91	2,66	2,46
5	12,53	7,2	5,34	4,36	3,75	3,43	3,17
10	19,2	10,83	7,96	6,46	5,553	4,88	4,49
20	29,56	18,44	11,94	9,62	8,19	7,2	6,48
30	38,13	21,02	15,18	12,18	10,33	9,06	8,14
50	52,67	28,73	20,59	16,43	13,88	12,14	10,87
70	65,23	35,35	25,21	20,05	16,89	14,79	13,17
100	81,91	44,09	31,3	24,8	20,82	18,13	16,17
300	166	87,79	61,47	48,18	40,11	34,67	30,73
500	231	121	84,5	65,92	54,67	47,09	41,63
1000	363	189	130	101	83,6	71,7	63,16

4. Определение общей глубины зоны заражения

Общую глубину распространения облака зараженных АХОВ вычисляют по формуле:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma_1 + 0,5\Gamma_2 . \quad (7)$$

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс вычисляют по формуле:

$$\Gamma_n = N \cdot V, \quad (8)$$

где V – скорость переноса фронта облака зараженного АХОВ (определяется по табл.5.), км/ч;

N – время, на которое составляется прогноз (обычно на 4 часа).

Таблица 5

Скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скорость переноса, км/ч	инверсия											
	5	10	16	21								
	изотермия											
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71
конвекция												
	7	14	21	28								

5. Определение глубины зоны заражения

За глубину зоны заражения Γ принимается меньшая из величин Γ_{Σ} и Γ_n .

6. Площадь зон заражения

Площадь зоны возможного заражения АХОВ вычисляется по формуле

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot (\Gamma)^2 \cdot \varphi, \text{ км}^2. \quad (9)$$

Площадь зоны фактического заражения АХОВ определим по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \text{ км}^2, \quad (10)$$

где K_8 – коэффициент, который зависит от степени вертикальной устойчивости атмосферы и принимается равным 0,081 при инверсии, 0,0133 при изотермии, 0,235 при конвекции.

Таблица 6

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ
в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	< 0,5	0,6-1	1,1-2	>2
φ , град	360	180	90	45

7. Продолжительность поражающего действия

Продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения с площади разлива по формуле (5)

$$T = (h \cdot d) / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7).$$

Время подхода облака зараженного воздуха к объекту определяется по формуле:

$$t = x/V, \text{ час}, \quad (11)$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;
 V – скорость переноса переднего фронта облака, км/ч, табл.5.

8. Отображение зон возможного заражения АХОВ на схеме

№ п/п	Скорость ветра, м/с	Угловые размеры зоны ВХЗ, град.	Вид зоны ВХЗ
1	0,6-1,0	180	Полуокружность
2	1,1-2	90	Сектор
3	Более 2	45	Сектор

Пример решения задачи

Произошла авария с разрушением емкости со сжиженным хлором, в результате этого произошел разлив 100 т хлора. Высота обваловки $H = 2$ м. Метеоусловия – температура 20°C , скорость ветра 2 м/с, время 16.00, ясно, $N=4$ час.

По табл.1 определяем метеоусловия - конвекцию.

$$h = H - 0,2 = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ м.}$$

Эквивалентное количество АХОВ, перешедшее в первичное облако, определяется выражением

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 0,08 \cdot 1 \cdot 100 = 1,44 \text{ т},$$

где Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) АХОВ, т;

K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, табл. 2;

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе АХОВ, табл. 2;

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха и равный : 1 – для инверсии, 0,23 – для изотермии и 0,08 – для конвекции;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака, табл. 2.

Время испарения АХОВ с площади разлива, час, определяется по уравнению

$$T = (h \cdot d) / (K_2 \cdot K_4 \cdot K_7) = (1,8 \cdot 1,568) / (0,052 \cdot 1 \cdot 1) = 54,3 \text{ час}$$

Эквивалентное количество АХОВ, перешедшее во вторичное облако, определяется выражением

$$Q_{\Sigma 2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0 / (h \cdot d) = (1 - 0,18) \cdot 0,052 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,08 \cdot 3,03 \cdot 1 \cdot 100 / (1,8 \cdot 1,568) = 0,366 \text{ т}$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра;

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего с момента начала аварии (N), и определяемый из условия

$$K_6 = N^{0,8} \text{ при } N < T;$$

$$K_6 = T^{0,8} \text{ при } N > T;$$

$N=4$ $T=54,3$ $N < T$, следовательно, $K_6 = N^{0,8} = 4^{0,8} = 3,03$

3. Определение глубины зоны заражения

Определение глубины зоны заражения проводится отдельно для первичного Γ_1 и вторичного Γ_2 облака по табл. 4. Точное значение глубины зоны находят методом линейной интерполяции по формуле

$$\Gamma_{1,2} = \Gamma_M + \frac{\Gamma_B - \Gamma_M}{Q_B - Q_M} \cdot (Q_{\Sigma} - Q_M),$$

где $\Gamma_B, \Gamma_M, \Gamma_{1,2}$ – соответственно наибольшее, наименьшее и искомое значения глубины распространения зараженного АХОВ воздуха (табл.4), км; Q_B, Q_M, Q_{Σ} – соответственно большее, меньшее и непосредственно перешедшее в первичное (вторичное) облако количество АХОВ, т.

По табл.4 определяем при скорости ветра 2 м/с глубины зон возможного заражения: $Q_{\Sigma 1} = 1,44$ т, при $Q_M = 1$ т $\Gamma_M = 2,84$ км, при $Q_B = 3$ т $\Gamma_B = 5,35$ км.

Глубина зоны возможного заражения первичным облаком Γ_1

$$\Gamma_1 = \Gamma_M + \frac{\Gamma_B - \Gamma_M}{Q_B - Q_M} \cdot (Q_{\Sigma 1} - Q_M) = 2,84 + \frac{5,35 - 2,84}{3 - 1} \cdot (1,44 - 1) = 3,38 \text{ км}$$

Глубина зоны возможного заражения вторичным облаком Γ_2

$Q_{\Sigma 2} = 0,366$ т. При $Q_M = 0,1$ т по табл.4. $\Gamma_M = 0,84$ км, при $Q_B = 0,5$ т $\Gamma_B = 1,92$ км.

Определим глубину зоны:

$$\Gamma_2 = \Gamma_M + \frac{\Gamma_B - \Gamma_M}{Q_B - Q_M} * (Q_{32} - Q_M) = 0,84 + \frac{1,92 - 0,84}{0,5 - 0,1} * (0,336 - 0,1) = 1,56 \text{ км.}$$

4. Определение общей глубины зоны заражения

Общую глубину распространения облака зараженных АХОВ вычисляют по формуле

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma_1 + 0,5\Gamma_2 = 3,38 + 0,5 * 1,56 = 4,16 \text{ км.}$$

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс вычисляют по формуле

$$\Gamma_{\Pi} = N * V = 4 * 14 = 56 \text{ км,}$$

$V = 14 \text{ км/ч}$ - скорость переноса фронта облака, зараженного АХОВ, определяемая по табл.5.

N – время, на которое составляется прогноз (обычно на 4 часа).

5. Определение глубины зоны заражения

За глубину зоны заражения принимается меньшая из величин Γ_{Σ} и Γ_{Π} . $\Gamma = 4,16 \text{ км}$

6. Площадь зоны заражения

Площадь зоны возможного заражения АХОВ вычисляется по формуле

$$S_B = 8,72 * 10^{-3} * (\Gamma)^2 * \varphi = 0,00872 * 4,16^2 * 90 = 13,58 \text{ км}^2.$$

Площадь зоны фактического заражения АХОВ определим по формуле

$$S_{\Phi} = K_8 * \Gamma^2 * N^{0,2} = 0,235 * 4,16^2 * 4^{0,2} = 5,37 \text{ км}^2.$$

7. Продолжительность поражающего действия

Продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения с площади разлива) вычисляется по формуле

$$T = (h * d) / (K_2 * K_4 * K_7) = (1,8 * 1,568) / (0,052 * 1 * 1) = 54,3 \text{ час.}$$

Время подхода облака зараженного воздуха к объекту (населенному пункту) определяется по формуле

$$t = x / V = 10 / 15 = 0,66 \text{ час,}$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

V - скорость переноса переднего фронта облака, км/ч, табл.5.

8. Отображение зон возможного заражения АХОВ на схеме

По результатам расчета строим в масштабе зону возможного химического заражения $\Gamma = 4,16 \text{ км}$. Скорость ветра 2 м/с . Зона ВХЗ на схеме будет в виде сектора с углом 90° и радиусом $4,16 \text{ км}$.

Варианты заданий

Варианты заданий определяются по двум последним цифрам зачетной книжки, например 73 – вариант задания 73-50 будет 23.

Произошла авария с разрушением емкости с АХОВ, условия аварии приведены в таблице

Требуется определить: эквивалентное количество АХОВ перешедшее в первичное и вторичное облако; глубину и площадь зоны заражения; время подхода облака к населенному пункту. Построить зону ВХЗ

Для нечетных вариантов расстояние от источника выброса до населенного пункта $x=15$ км, для четных вариантов расстояние от источника выброса до населенного пункта $x=20$ км, населенные пункты расположены по направлению ветра.

N п/п	Тип АХОВ	Количество АХОВ Q_0 (т)	Условия хранения	Высота обваловки Н(м)	Скорость ветра (м/с)	Направление ветра (°)	Температура воздуха (°С)	Время аварии	Погодные условия	Время после аварии N(ч)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Аммиак	160	Сжиж. газ	-	5	30	0	2.00	Ясно	3
2	Аммиак	180	Сжиж. газ	4	3	70	-20	2.00	Ясно	4
3	Аммиак	170	Сжиж. газ	-	2	90	0	1.00	Ясно	3
4	Аммиак	1000	Сжиж. газ	2	1	135	0	16.00	П/я	5
5	Аммиак	1000	Сжиж. газ	3	2	170	+20	18.00	Ясно	2
6	Аммиак	530	Сжиж. газ	-	1	190	-20	2.00	Пасм.	5
7	Аммиак	25	Сжиж. газ	-	1	180	-20	0.00	Ясно	2
8	Аммиак	530	Сжиж. газ	2,5	2	190	-20	17.00	П/я	1
9	Аммиак	160	Сжиж. газ	-	5	95	-20	0.00	Пасм.	8
10	Аммиак	500	Сжиж. газ	-	2	350	-20	3.00	Ясно	4
11	Аммиак	420	Сжиж. газ	-	2	300	+20	0.00	Пасм.	3
12	Аммиак	280	Сжиж. газ	-	2	120	+20	18.00	Пасм.	1
13	Аммиак	540	Сжиж. газ	4	5	240	-20	15.00	Ясно	4
14	Аммиак	85	Сжиж. газ	-	4	15	-20	17.00	П/я	6
15	Аммиак	250	Сжиж. газ	1	1	270	+20	3.00	Пасм.	5
16	Аммиак	900	Сжиж. газ	3.5	3	60	-20	14.00	Пасм.	5
17	Аммиак	18	Сжиж. газ	-	1	135	+20	4.00	Пасм.	2
18	Аммиак	380	Сжиж. газ	-	1	250	-20	1.00	Пасм.	2
19	Аммиак	1250	Сжиж. газ	-	1	275	0	0.00	Пасм.	2
20	Аммиак	35	Сжиж. газ	-	1	70	0	0.00	Ясно	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	Аммиак	1250	Сжиж. газ	1,5	5	240	0	16.00	Пасм.	5
22	Аммиак	219	Сжиж. газ	-	4	280	-20	0.00	Пасм.	6
23	Аммиак	1280	Сжиж. газ	3.5	1	315	+20	2.00	Ясно	3
24	Аммиак	180	Сжиж. газ	-	4	45	0	0.00	Ясно	5
25	Аммиак	1250	Сжиж. газ	4	1	30	0	1.00	Ясно	5
26	Хлор	200	Сжиж. газ	3	2	135	-20	14.00	Ясно	4
27	Хлор	16.2	Сжиж. газ	-	1	270	0	12.00	П/я	2
28	Хлор	55	Сжиж. газ	5	1	180	-20	0.00	П/я	3
29	Хлор	18	Сжиж. газ	-	2	90	0	1.00	П/я	3
30	Хлор	375	Сжиж. газ	4.8	4	360	0	11.00	Пасм.	3

31	Хлор	90	Сжиж. газ	-	3	0	0	14.00	Ясно	4
32	Хлор	265	Сжиж. газ	3	5	260	+20	12.00	П/я	3
33	Хлор	45	Сжиж. газ	4	1	0	+20	0.00	Ясно	5
34	Хлор	140	Сжиж. газ	-	1	35	+20	14.00	П/я	8
35	Хлор	260	Сжиж. газ	2.5	1	75	+20	1.00	Пасм.	3
36	Хлор	420	Сжиж. газ	5	3	260	-20	4.00	П/я	5
37	Хлор	25	Сжиж. газ	-	2	120	+20	18.00	Пасм.	1
38	Хлор	115	Сжиж. газ	-	3	180	0	12.00	Пасм.	2
39	Хлор	220	Сжиж. газ	1,5	2	240	+20	1.00	Пасм.	4
40	Хлор	120	Сжиж. газ	4	2	90	-20	15.00	Ясно	3
41	Хлор	185	Сжиж. газ	-	2	70	+20	11.00	П/я	2
42	Хлор	270	Сжиж. газ	4	1	100	0	17.00	Ясно	6
43	Хлор	14	Сжиж. газ	-	3	90	+20	11.00	Ясно	5
44	Хлор	220	Сжиж. газ	2.8	1	120	+20	9.00	Ясно	5
45	Хлор	270	Сжиж. газ	2.7	2	145	+20	14.00	Пасм.	6
46	Хлор	250	Сжиж. газ	-	1	10	+20	4.00	Ясно	3
47	Хлор	425	Сжиж. газ	1	1	115	+20	17.00	Пасм.	4
48	Хлор	140	Сжиж. газ	-	1	270	-20	10.00	Пасм.	4
49	Хлор	415	Сжиж. газ	2.8	2	180	+20	4.00	Ясно	4
50	Хлор	500	Сжиж. газ	-	3	130	-20	5.00	П/я	4

Примечания

1. « - » в графе высота обваловки означает, что происходит свободный разлив жидкости.
2. Направление ветра (°) показывает направление, откуда дует ветер. Северный ветер- угол 0°, южный ветер – угол 180°.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Классификация чрезвычайных ситуаций

1. ЧС техногенного характера

- 1.1. Транспортные аварии:
 - крушение пассажирского или товарного поездов;
 - аварии грузовых и пассажирских судов;
 - авиакатастрофы;
 - автокатастрофы.
- 1.2. Пожары, взрывы:
 - на объектах экономики (ОЭ), на объектах, использующих легко воспламеняющиеся горючие жидкости, взрывчатые вещества;
 - на транспорте;
 - в шахтах;
 - в жилых домах.
- 1.3. Аварии с выбросом АХОВ:
 - на объектах экономики;
 - на транспорте.
- 1.4. Аварии с выбросом радиоактивных веществ:
 - на атомных установках;
 - на предприятиях ядерно-топливного цикла;
 - при транспортировке радиоактивных веществ;
 - при ядерном взрыве;
 - при аварии с ядерными боеприпасами.
- 1.5. Аварии с выбросом биологических веществ:
 - на ОЭ и в НИИ;
 - на транспорте;
 - с биологическими боеприпасами.
- 1.6. Внезапное разрушение зданий:
 - обрушение элементов транспортных коммуникаций;
 - обрушение производственных и жилых зданий.
- 1.7. Аварии в электроэнергетических системах:
 - аварии на электростанциях с длительным перерывом подачи электроэнергии;
 - аварии на ЛЭП с длительным перерывом подачи электроэнергии.
- 1.8. Аварии на коммунальных сетях канализации, водопровода, газопровода, теплоснабжения.
- 1.9. Аварии на очистных сооружениях.
- 1.10. Гидродинамические аварии:
 - прорыв плотин с затоплением волной прорыва;
 - прорыв плотин с затоплением из-за паводка.

2. ЧС природного характера

- 2.1. Геофизические опасные явления:
- землетрясения;
 - извержения вулканов.
- 2.2. Геологические опасные явления:
- оползни;
 - сели;
 - обвалы;
 - лавины;
 - склонный срыв;
 - просадка лессовых пород;
 - просадка земной поверхности из-за карста;
 - эрозия почвы;
 - пыльные бури.
- 2.3. Метеоопасные явления:
- бури;
 - ураганы;
 - шквалы;
 - смерчи;
 - крупный град;
 - сильный дождь (за 12 часов выпало более 120 мм осадков);
 - сильный снегопад;
 - сильный гололед;
 - сильный мороз, сильная метель;
 - сильная жара;
 - сильный туман;
 - сильная засуха;
 - сильные заморозки.
- 2.4. Морские гидрологические явления:
- циклоны, тайфуны;
 - цунами;
 - сильное волнение;
 - сильное колебание уровня моря;
 - крепкий лед в порту;
 - отрыв прибрежного льда.
- 2.5. Гидрологические явления на суше:
- наводнения;
 - половодье;
 - дождевые паводки;
 - заторы;
 - ветровые нагоны;
 - резкое уменьшение уровня ниже норм;
 - ранний ледостав;
 - повышение уровня грунтовых вод.

2.6. Пожары:

- лесной (площадь более 25 га) ;
- степной;
- на торфяниках;
- подземный пожар угольных и нефтяных пластов.

2.7. Инфекционные заболевания.

2.8. Инфекционные заболевания сельскохозяйственных животных.

2.9. Поражения растений болезнями и вредителями.

3. ЧС экологического характера

3.1. ЧС, связанные с изменениями состояния суши:

- просадка, оползни, обвалы из-за выработки недр;
- наличие тяжёлых металлов в почве (более 50ПДК) ;
- деградация почв из-за эрозии, засоления;
- критические ситуации из-за переполнения хранилищ отходами.

3.2. ЧС из-за изменения состава атмосферы.

3.3. ЧС из-за изменения состояния гидросферы (водной среды).

3.4. ЧС в биосфере.

4. ЧС социального и военно- политического характера

К ним относятся следующие:

- террористические акты, волнения, антиобщественные выступления граждан;
- падение носителя ядерного оружия с повреждением ЯБП;
- одиночный ядерный взрыв;
- диверсия на военном объекте.

Библиографический список

Основные источники:

- 1.Белов С.В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 1 : учебник для СПО / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 350 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9962-4.
- 2.Белов С.В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 2 : учебник для СПО / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 362 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9964-8.
- 3.Каракеян В.И.** Безопасность жизнедеятельности : учебник и практикум для СПО / В. И. Каракеян, И. М. Никулина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 313 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04629-8.

Дополнительные источники:

- 1.Белов С. В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 350 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03237-6.
- 2.Белов С. В.** Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 362 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03239-0.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»

Ивановский политехнический колледж

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Методические указания по грамматике для обучающихся по
образовательным программам
среднего профессионального образования

Иваново 2020

Данные методические указания содержат краткий справочник по основным разделам английской грамматики, упражнения, темы для устного общения, лексический материал и тексты. Цель издания – способствовать усвоению обучающимися основных грамматических форм и развитию навыков их применения в письменной и устной речи.

Методические указания предназначены для аудиторной и самостоятельной работы для обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования.

Составитель: ст. преп. Л.А. Наградова

Рецензент канд. филол. наук, доц. О.Н. Тарасова

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

Издательский центр ДИВТ

153000 г. Иваново, Шереметевский проспект, 21

I. КРАТКИЙ ГРАММАТИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК С УПРАЖНЕНИЯМИ

ИМЯ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ

Артикль – показатель существительного.

Неопределенный артикль **a (an)** – a boy.

Определенный артикль **the** – the boy.

Упоминая предмет впервые, мы употребляем перед ним неопределенный артикль **a (an)**. Упоминая этот же предмет вторично, мы ставим перед ним определенный артикль **the**:

This is **a** book. **The** book is interesting.

Употребление артиклей с исчисляемыми и неисчисляемыми существительными

Типы существительных	a/an (первое упоминание, какой-то, всякий, любой)	the (известный, определенный)	– (первое упоминание, какой-то, какие-то, любой, все)
Исчисляемые существительные в ед. числе	a student an engineer	the student the engineer	–
Исчисляемые существительные во множ. числе	–	the students	students
Неисчисляемые существительные	–	the money	money

Артикль не употребляется, если перед существительным стоит притяжательное или указательное местоимение, другое существительное в притяжательном падеже, количественное числительное или отрицание “no” (не “not”).

Образование множественного числа имен существительных

Большинство существительных образуют множественное число с помощью окончания **-s (-es)**: a boy – boys.

Окончание **-es** во множественном числе имеют:

а) существительные, оканчивающиеся в ед. числе на **s, ss, sh, ch, tch, x**:

bus – buses (автобус – автобусы)

class – classes (класс – классы)

bush – bushes (куст – кусты)

speech – speeches (речь – речи)

match – matches (спичка – спички)

box – boxes (коробка – коробки)

б) существительные, оканчивающиеся в ед. числе на **o**:

hero – heroes (герой – герои)

potato – potatoes (картофелина – картофель)

tomato – tomatoes (помидор – помидоры) **Но:**

photo – photos (фотография – фотографии)

piano – pianos (рояль – рояли)

zero – zeros (нуль – нули)

в) существительные, оканчивающиеся в ед. числе на **y**, перед которой стоит согласная (**y** при этом меняется на **i**):

army – armies (армия – армии)

г) некоторые существительные, оканчивающиеся в ед. числе на **f** или **fe** (**f** при этом меняется на **v**):

leaf – leaves (лист – листья)

shelf – shelves (полка – полки)

half – halves (половина – половины)

wife – wives (жена – жены)

Некоторые существительные образуют множественное число иными способами, их следует запомнить:

man – men (человек, мужчина – люди, мужчины)

woman – women (женщина – женщины)

child – children (ребенок – дети)

foot – feet (нога – ноги)

tooth – teeth (зуб – зубы)

goose – geese (гусь – гуси)

mouse – mice (мышь – мыши)

sheep – sheep (овца – овцы)

deer – deer (олень – олени)

crisis – crises (кризис – кризисы)

basis – bases (основа – основы)

Падеж

Существительные имеют два падежа: общий и притяжательный. Существительные в общем падеже не имеют специального окончания:

The man did this work. – Этот человек сделал работу.

I saw the man. – Я видел этого человека.

Форму притяжательного падежа обычно имеют лишь существительные, обозначающие живое существо, которому принадлежит какой-нибудь предмет, качество или признак. Существительное в притяжательном падеже имеет окончание **s**, перед которым стоит апостроф, или выражено сочетанием существительного с предлогом **of**.

Данный падеж равнозначен русскому родительному падежу:

This boy's toy

или

– игрушка этого мальчика

The toy of this boy

Во множественном числе после буквы **s** добавляется только апостроф:

The boys' toys – игрушки этих мальчиков.

Все остальные падежи в английском языке выражены сочетанием общего падежа с предлогом или без предлога:

the boy	– мальчик (именительный падеж)
to the boy	– мальчику (дательный падеж)
the boy	– мальчика (винительный падеж)
by the boy	– мальчиком (творительный падеж)
about the boy	– о мальчике (предложный падеж)

УПРАЖНЕНИЯ

1. Вставьте артикль, где необходимо.

1. This is ... computer. It is my ... computer. 2. Is this your ... pencil? – No, it isn't my... pencil, it is my sister's ... pencil. 3. I have ... sister. My ... sister is ... engineer. My sister's ... husband is ... doctor. 4. I have no ... brother. 5. She has got ... headache. 6. Have they got ... car? – Yes, they have. Their ... car is very expensive but reliable. 7. Have you got ... calculator? – No, I haven't. 8. Is this ... watch? – No, it isn't ... watch, it's ... pen. 9. This ... pen is good, and that ... pen is bad. 10. I can see ... pencil on ... table, but I can see no ... paper. 11. They have ... dog and two ... cats. 12. There is ... big tree in ... garden. 13. There is ... bank near here. – Where is ... bank? 14. There is ... new supermarket in ... center of our ... town. 15. There is ... hotel over there. ... hotel isn't cheap. 16. This is ... resource. ... resource is important. 17. This is ... manager. ... manager is American. 18. This is ... plant. ... plant produces automobiles. 19. These are ... services. ... services are important for plants. 20. These are managers. ... managers are Russian and American. 21. These are ... goods. ... goods are industrial. 22. These are ... people. ... people are from ... small towns.

2. Вставьте артикль, где необходимо.

1. He hasn't got ... car. But he's got ... computer. ... computer is new. 2. My ... friends have got ... cat and ... dog. ... dog never bites ... cat. 3. This is ... tree. ... tree is green. 4. I can see three ... boys. ... boys are playing. 5. I have ... bicycle. ... bicycle is black. My ... friend has no ... bicycle. 6. Our ... room is large. 7. We wrote ... dictation yesterday. ... dictation was long. 8. She has two ... daughters and one ... son. Her ... son is ... pupil. 9. Last year I gave my ... mother ... bracelet for her ... birthday. She liked ... bracelet. 10. My ... brother's ... friend has no ... dog. 11. This ... pencil is broken. Give me that ... pencil, please. 12. She has ... ball. ... ball is ... big. 13. I got ... letter from my ... friend

yesterday. ... letter was interesting. 14. When they were in Geneva, they stayed at ... hotel. Sometimes they had dinner at ... hotel and sometimes in ... restaurant. 15. This is my ... pen. ... pen is red. 16. These are ... pencils. ... pencils are black. 17. This is ... soup. ... soup is tasty. 18. In the morning I eat ... sandwich and drink ... tea. 19. She gave me ... coffee. ... coffee was hot. 20. He never eats ... meat, he always eats ... vegetables, fruit and ... nuts. He is ... vegetarian. 21. She bought ... meat, butter and ... potatoes yesterday.

3. Образуйте форму множественного числа существительных:
 a star, a mountain, a tree, a man, a road, a mouse, a room, a knife, a child, a bus, a town, a foot, a tooth, a sheep, a woman, a play, a goose, a story, a day, a pen.

4. Разделите существительные на две группы: исчисляемые и неисчисляемые. От исчисляемых существительных образуйте формы множественного числа:

country, businessman, man, money, information, service, industry, coffee, good, problem, trade, plant, consumer, economy, water, milk, news, resource, watch, basis, leaf, piano, crisis, half, box, deer, wife, dress, fox, lady, salt.

5. Перефразируйте следующие словосочетания и предложения, употребляя притяжательный падеж:

1. The ball of the dog. 2. The skateboard of that man. 3. The songs of the children. 4. The umbrella of my grandmother. 5. The room of my friend. 6. The questions of my son. 7. The wife of my brother. 8. The table of our teacher. 9. The poems of Pushkin. 10. The voice of this girl. 11. The letter of Pete. 12. The car of my parents. 13. The life of this woman. 14. The handbags of these women. 15. The flat of my sister is large. 16. The children of my brother are at home. 17. The room of the boys is light. 18. The work of these students is interesting. 19. The name of the girl is Jane.

МЕСТОИМЕНИЕ

Лицо, число	Личные		Притяжательные		Возвратн. и усилит.
	Им. падеж	Объектн. падеж	I форма	II форма	
1-е, ед.	I – я	me – меня, мне	my – мой	mine	myself
2-е, ед.	you – ты	you – тебя, тебе	your – твой	yours	yourself
3-е, ед.	he – он	him – его, ему	his – его	his	himself
	she – она	her – ее, ей	her – ее	hers	herself
	it – он, а, о	it – его, ее	its – его, ее	its	itself
1-е, мн.	we – мы	us – нас, нам	our – наш	ours	ourselves
2-е, мн.	you – вы	you – вас, вам	your – ваш	yours	yourselves
3-е, мн.	they – они	them – их, им	their – их	theirs	themselves

Указательные местоимения

Указательные местоимения **this** и **that** имеют единственное и множественное число:

this – этот, эта, это

these – эти

that – тот, та, то

those – те

Неопределенные и отрицательные местоимения

Some/any (какой-то, какой-либо), **no** (никакой), **somebody/someone** (кто-то), **something** (что-то), **anybody/anyone** (кто-нибудь, кто-либо), **anything** (что-нибудь, что-либо), **nobody/no one** (никто), **nothing** (ничто).

Местоимения **some, somebody, someone, something** употребляются в утвердительных предложениях; **any, anybody, anyone, anything** – в вопросительных; **no, nobody, no one, nothing** – в отрицательных:

I have **some** English books. – У меня есть несколько книг на английском языке.

Have you **any** English books? – У вас есть какие-нибудь книги на английском языке?

I have **no** English books. – У меня нет никаких книг на английском языке.

Местоимение **any** может употребляться в предложении со значением «любой», местоимение **some** – со значением «некоторый», «немного»:

Any child knows about this. – Об этом знает любой ребенок.

Would you like **some** coffee? – Не хотите ли немного кофе?

Если в отрицательном предложении при глаголе-сказуемом стоит отрицание **not**, местоимения **no, nobody, no one, nothing** не употребляются. Вместо них используются местоимения **any, anybody, anyone, anything**:

I do **not** have **any** English books. – У меня нет никаких книг на английском языке.

Два отрицания в одном предложении невозможны:

I know **nothing** about this. – Я ничего об этом не знаю.

Much, many, (a) little, (a) few

Much (много), **a little** (немного) употребляются с неисчисляемыми существительными, **many** (много), **a few** (несколько) – с исчисляемыми существительными. Использование слов **few** (мало) и **little** (мало) без артикля изменяет смысл предложения:

I have **much** time. – У меня много времени.

I have **many** books. – У меня много книг.

I have **a little** time. – У меня есть немного времени.

I have **little** time. – У меня мало времени.

I have **a few** books. – У меня есть несколько книг.

I have **few** books. – У меня мало книг.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Вставьте личное или притяжательное местоимение.

1. The girls are here, ... came early.
2. The boss left an hour ago. I didn't see
3. Jane is ... sister. ... is older than ... am.
4. ... like to visit ... friends who live not far from ... house.
5. Sam met Ann at the entrance, ... showed ... the pictures.
6. ... flat is on the third floor, ... windows face the sea.

2. Используйте подходящее местоимение.

1. Kate and (I, me) work together.
2. We spend our holiday together with (them, they).
3. My sister and (I, me) are good friends.
4. (She, her) writes letters to (he, him) every day.
5. (We, us) enjoy playing tennis.
6. Will you give (her, she) and (I, me) some help?
7. (My, me) aunt Susan is (my, me) mother's sister.
8. (Our, us) relatives are coming to see (our, us) today.
9. George and Carol are having (them, their) lunch.
10. Tell (them, their) about it.
11. We were surprised to see (them, their) on the platform, they also came to meet (our, us).
12. Is this (you, your) dog?
13. Don't tell (they, them) about (it, its).
14. This is (me, my) book.
15. They looked at (I, me) and said nothing.

3. Вставьте some или any.

1. There are ... schools in this town.
2. There are ... students in the classroom.
3. I can see ... children in the yard.
4. Are there ... pictures in your book?
5. Are there ... new students in your group?
6. I have got ... time to spare.
7. I'd like to ask you ... questions.
8. Would you like ... coffee?
9. Are there ... maps on the wall? – No, there aren't
10. Are there ... English textbooks on the desks? – Yes, there are

4. Заполните пропуски, вставив одно из слов, данных в скобках.

1. Sorry, we haven't got ... black socks. (no, any)
2. They have ... red boots, Kate. (any, no)
3. I don't want ... today, thank you. (nothing, anything)
4. I haven't got ... clean exercise-books. (any, no)
5. We shall not buy ... in this shop. (nothing, anything)
6. Didn't you buy ... potatoes yesterday? (any, no)
7. I didn't see ... in the street when I went out. (anybody, nobody)
8. There was ... at home. (anybody, nobody)
9. I know ... about this. (nothing, anything)

5. Поставьте существительные во множественное число, произведя в предложениях все необходимые изменения.

1. This man is an engineer.
2. That woman is my sister.
3. This child is her son.
4. My tooth is white.
5. That girl has a blue dress.
6. My uncle has an expensive car.
7. This room is very large.
8. That goose is big.
9. That girl is my niece.
10. This child's toy is new.
11. This mouse is white.
12. There is a knife on the table.
13. This town isn't very large.
14. This a good question.
15. This city is very old.

6. Вставьте how much или how many.

1. ... milk is there in the bottle? 2. ... books are there on the table? 3. ... sheep has this farmer got? 4. ... time is left? 5. ... mistakes are there in your dictation? 6. ... money do you need? 7. ... students are there in the classroom? 8. ... does it cost? 9. ... days are there in April? 10. ... rooms are there in his flat. 11. ... people are there in the room? 12. ... lectures do you have today? 13. ... days a week do you go to the University?

ЧИСЛИТЕЛЬНОЕ

<i>Количественные</i>	<i>Порядковые</i>
1 – one	the first
2 – two	the second
3 – three	the third
4 – four	the fourth
5 – five	the fifth
6 – six	the sixth
7 – seven	the seventh
8 – eight	the eighth
9 – nine	the ninth
10 – ten	the tenth
11 – eleven	the eleventh
12 – twelve	the twelfth
13 – thirteen	the thirteenth
20 – twenty	the twentieth
21 – twenty-one	the twenty-first
100 – one (a) hundred	the hundredth
101 – one hundred and one	
1001 – one thousand and one	
1200 – one thousand two hundred =twelve hundred	
2,045,328 books – two million forty-five thousand three hundred and twenty-eight books	

Хронологические даты

in 1900 – in nineteen hundred	– в 1900 году
in 1905 – in nineteen-[ou]-five	– в 1905 году
in 1964 – in nineteen sixty-four	– в 1964 году
in 2000 – in two thousand	– в 2000 году
in 2003 – in two thousand and three	– в 2003 году
on the 15th of January, 1968 – on the fifteenth of January, nineteen sixty-eight	– 15 января 1968 года
on January 15, 1958 – on January fifteenth, nineteen fifty-eight	– 15 января 1958 года

Номера страниц, комнат, автобусов и т. д.

on page 305 – three hundred and five = three-[ou]-five	– на странице 305
in room 418 – four hundred and eighteen	– в комнате 418
to take the 134 bus – the one three four bus	– ехать 134-м автобусом

Дробные числа (простые и десятичные)

1/3 ton – third of a ton	– 1/3 тонны
1/2 kilometre – half of a kilometer	– 1/2 км
1/4 kilometre – a quarter of a kilometre	– 1/4 км
3/5 ton – three fifths of a ton	– 3/5 тонны
0.5 – point five	– 0,5
3.217 – three point two one seven	– 3,217
54.85 tons – fifty-four point eighty-five tons	– 54,85 тонны

УПРАЖНЕНИЯ

1. Произнесите по-английски следующие числительные:

13; 43; 39; 789; 205; 4,500; 6,130; 88,239; 105,111; 723,984; 412,701; 2,641,333; 11,168,558; 20,279,113.

2. Переведите на английский язык:

9 мая 1945 года; 23 февраля 1917 года; 12 февраля 1962 года; к 31 января 1971 года; в ноябре 1957 года; к 7 ноября 1947 года; 9 января 1905 года; в 1812 году; 1941 год.

СТЕПЕНИ СРАВНЕНИЯ ИМЕН ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ И НАРЕЧИЙ

Английские имена прилагательные и наречия имеют положительную, сравнительную и превосходную степени сравнения.

Положительная степень	Сравнительная степень	Превосходная степень
Односложные прилагательные		
cold – холодный	colder – холоднее	the coldest – самый холодный
big – большой	bigger – больше	the biggest – самый большой
Многосложные прилагательные		
important – важный	more important – важнее	the most important – самый важный

Следует запомнить особые случаи образования степеней сравнения:

good / well (хороший, хорошо)	– better (лучше)	– the best (самый хороший, лучший)
bad/ badly (плохой, плохо)	– worse (хуже)	– the worst (самый плохой)
little (маленький, мало)	– less (меньше)	– the least (самый маленький)
much / many (много)	– more (больше)	– the most (больше всего)
far (далеко, далекий, дальний)	– farther (дальше, более дальний) – <i>о расстоянии</i>	– the farthest (самый дальний, самый далекий) – <i>о расстоянии</i>
	– further:	– the furthest (самый дальний, самый далекий)
	а) (более дальний, далекий) – <i>о расстоянии</i>	
	б) (дальнейший, последующий) – <i>по порядку</i>	

Прилагательное **old** имеет две формы сравнительной и превосходной степеней, которые различаются по значению:

old (старый)	– older (старше, старше)	– the oldest (самый старый, старший)
	– elder (старше) – <i>в семье</i>	– the eldest (самый старший) – <i>в семье</i>

Парный союз **the ... the** в сочетании с прилагательным или наречием в сравнительной степени переводится на русский язык союзом **чем ... тем**:

The sooner the better. – Чем скорее, тем лучше.

УПРАЖНЕНИЯ

1. *Образуйте сравнительную и превосходную степени следующих прилагательных и наречий:*

angry, big, busy, cheap, clean, clear, deep, fast, early, funny, heavy, happy, hot, kind, little, old, bad, careful, elegant, long, many/much, lucky, expensive, good, important, strong, cold, interesting, light, useful, nice, large, beautiful.

2. *Переведите на английский язык:*

старый, старше, самый старый, самый старший, мой старший брат, мой старший друг, дальше, самый дальний, самый длинный, короче, лучше, счастливый, счастливее, самый счастливый, самая важная работа, интереснее, самый лучший, теплее, его старший сын, ее младшая дочь, ее лучший друг, самый красивый цветок, более длинный путь, хороший инженер.

3. Выберите правильное слово и переведите предложения на русский язык.

1. England is (less, smaller) than France. 2. I've got (less, smaller) time today than yesterday. 3. Don't you spend (less, fewer) time at the stadium than in front of your TV set? 4. (Larger and larger, More and more) companies in the UK do business with Russian partners. 5. Isn't this exhibition a little (less, smaller, fewer) than the one we went to last Sunday. 6. There are (less, fewer) people in the park on weekdays than at the weekend.

4. Переведите предложения на английский язык.

1. В этой стране февраль – самый холодный месяц в году. 2. Анна старше своей сестры. 3. Эверест – самая высокая гора в мире. 4. Луна меньше, чем Солнце. 5. Алекс – самый лучший ученик в классе. 6. Я живу дальше от центра, чем ты. 7. Том поет хуже, чем Сэм. 8. Лена – самая младшая из девочек. 9. Самая плохая отметка – “двойка”. 10. Твое платье красивее моего. 11. Это более теплый свитер. 12. Это самая дорогая машина.

ГЛАГОЛ

Глагол **to be** (быть) в простом настоящем времени
(Present Simple Tense)

Утвердительные предложения

I	am	a student/students at the University.
He/She/It	is	
We/You/They	are	

Отрицательные предложения

I	am not	a student/students at the University.
He/She/It	is not (isn't)	
We/You/They	are not (aren't)	

Вопросительные предложения

Am	I	a student/students at the University?
Is	he/she/it	
Are	we/you/they	

Краткие ответы:

Yes, he is.

Yes, we are.

No, she isn't.

No, they aren't.

Специальные вопросы

(вопросы, которые начинаются с вопросительного слова,
например, **when, where, why, how, what** и др.)

Where	am	I?
	is	he/she/it?
	are	we/you/they?

There is / there are – есть, существует/-ют

There is / there are no / not any – нет, не существует/-ют

Глагол **to be** в простом прошедшем времени
(Past Simple Tense)

Утвердительные предложения

I/He/She/It	was (был, была, было)	at the University yesterday.
We/You/They	were (были)	a student/students last year.

Отрицательные предложения

I/He/She/It	was not (wasn't)	at the University yesterday.
We/You/They	were not (weren't)	a student/students last year.

Вопросительные предложения

Was	I/he/she/it	at the University yesterday?
Were	we/you/they	a student/students last year?

Краткие ответы:

Yes, he was.

No, she wasn't.

Yes, we were.

No, they weren't.

Специальные вопросы

Where	was	I/he/she/it	yesterday?
	were	we/you/they	yesterday?

Глагол **to be** в простом будущем времени
(Future Simple Tense)

Утвердительные предложения

I/We	shall be	at the University tomorrow.
He/She/It /You/They	will be	

Отрицательные предложения

I/We	shall not be/will not be (shan't be/won't be)	at the University tomorrow.
He/She/It /You/They	will not be (won't be)	

Вопросительные предложения

Shall/Will	I/we	be at the University tomorrow?
Will	he/she/it /you/they	

Краткие ответы:

Yes, he will.

No, she won't.

Yes, we shall/will.

No, they won't.

Специальные вопросы

Where	shall	I/we	be	tomorrow?
	will	he/she/it/you/they		tomorrow?

УПРАЖНЕНИЯ

1. Используйте **am, is, are**.

1. The metro station ... far from my house. 2. Mary and Nelly ... friends. 3. It ... not good to do such mistakes in the test. 4. They ... glad to see her. 5. It ... such a nice morning! 6. It ... easy to translate this text. 7. It ... important to see them immediately. 8. They ... busy. 9. She ... too young to understand it. 10. You ... a first-year student. 11. Exercise 6 ... on page 15.

2. Вставьте **am (not), are (not), is (not)**.

1. I ... a student. 2. My father ... a teacher, he ... a doctor. 3. The manager ... in the office. 4. Agriculture and manufacturing ... important in all economies. 5. He ... a student. He ... a manager in a building company. 6. ... you an engineer? – No, I 7. I ... a student of medicine, I ... a student of the economics department. 8. Fuel ... important for all industries. 9. ... your sister a book-keeper? – No, she My sister ... a student. 10. ... this your watch? – Yes, it 11. What ... your phone number?

3. Измените следующие предложения на отрицательные и вопросительные, ответьте на вопросы:

1. The English language is very difficult. 2. Processing is important for all mineral resources. 3. Mr. Black is a professor of chemistry. 4. My friends are bank managers. 5. The growth of trade is very quick in this country. 6. Mathematics is an important subject for technical students.

4. Вставьте **is, are**.

1. There ... many good books in the library. 2. There ... no growth in the economy this year. 3. There ... many branches of manufacturing. 4. There ... no mineral resources in this part of the country. 5. There ... no water for crop farming in that region. 6. There ... no trade between the two countries.

5. Вставьте глагол **to be** в Present Simple.

1. Where ... you? – I ... in the kitchen. 2. Where ... Fred? – He ... in the garage. 3. Where ... Lisa and John? – They ... at college. 4. ... you busy? – No, I ... not. Mike ... busy. He ... the busiest person I've ever met. 5. It ... ten o'clock. She ... late again. 6. How ... you? – I ... not very well today. – I ... sorry to hear that. 7. We ... interested in classical music. 8. Vera ... afraid of dogs. 9. My grandmother ... not nervous and she ... rarely upset. She ... the kindest person I've ever seen. My grandmother ... really wonderful. 10. I ... sorry. They ... not in

the office at the moment. 11. What ... the time, please? – Two o'clock. 12. Which sport do you think ... the most dangerous? 13. Debt ... the worst kind of poverty. 14. Do you have any idea where he ... ? 15. Used cars ... cheaper but less reliable than new cars. 16. What ... the weather forecast for tomorrow. 17. I don't remember what his telephone number

6. Вставьте глагол to be в Present Simple.

1. She ... a student. She ... a good student. 2. Where ... you from? – I ... from Moscow. 3. My mother ... not a teacher. 4. ... your brother at school? – Yes, he 5. My friend ... an engineer. He ... at work. 6. Nick ... not a college student. He ... a school boy. He ... at school now. 7. Helen ... a painter. She has some fine pictures. They ... on the wall. 8. ... this your book? – This book ... not mine. My book ... in my bag. 9. These ... his newspapers. 10. My uncle ... an office worker. 11. ... your parents at home? – No, they ... not. 12. Michael has a brother. His brother ... a worker. He ... at home.

7. Вставьте глагол to be в Present, Past или Future Simple.

1. The students ... in the Russian Museum. 2. Last month they ... in the Hermitage. There ... an interesting exhibition there. 3. In two weeks they ... in the Tretyakov Gallery. 4. My father ... a teacher. 5. He ... a pupil twenty years ago. 6. My sister ... not ... at home tomorrow. 7. She ... at school tomorrow. 8. ...you ... at home tomorrow? 9. ... your father at work yesterday? 10. My sister ... ill last week. 11. She ... not ill now. 12. Yesterday we ... at the theatre. 13. Where ... your mother now? – She ... in the kitchen. 14. Where ... you yesterday? – I ... at the cinema. 15. ... your little sister in bed now? – Yes, she ... 16. ... you ... at school tomorrow? – No, I 17. When my granny ... young, she ... an actress. 18. My friend ... in Moscow now. 19. He ... in St. Petersburg tomorrow.

8. Вставьте глагол to be в Present, Past или Future Simple.

Ronald Frank ... a managing director of the First Bank of Kingsville in Main Street. He ... always on a business trip. Yesterday he ... in Geneva, Tomorrow he ... in London. Last week he ... in Chicago. Next week he ... in New Orleans. At the moment he ... in Amsterdam. In two hours he ... in the Hague. Three days ago he ... in Paris. At the end of his trip he ... usually very tired but happy. He ... with his family now. His sons ... so much excited. They have got new toys from their father. Everybody in the family ... very glad to see him at home again.

9. Переведите предложения на английский язык, употребляя глагол to be в Present, Past или Future Simple.

1. Вчера они были в библиотеке. 2. Сейчас они в школе. 3. Завтра они будут в театре. 4. В данный момент его здесь нет. 5. В воскресенье он

будет на концерте. 6. В прошлую субботу он был на стадионе. 7. Мой брат сейчас в школе. 8. Мой брат был вчера в кино. 9. Мой брат будет завтра дома. 10. Ты будешь дома завтра? 11. Она была вчера в парке? 12. Он сейчас во дворе? 13. Где папа? 14. Где вы были вчера? 15. Где он будет завтра? 16. Мои книги были на столе. Где они сейчас? 17. Моя мама вчера не была на работе. Она была дома. 18. Мой брат не в парке. Он в школе. 19. Завтра в три часа Коля и Миша будут во дворе. 20. Мы не были на юге прошлым летом. Мы были в Москве. 21. Завтра мой дедушка будет в деревне. 22. Когда твоя сестра будет дома? 23. Ты будешь летчиком? – Нет, я буду моряком. 24. Моя сестра была студенткой в прошлом году, а сейчас она врач. – Ты тоже будешь врачом? – Нет, я не буду врачом. Я буду инженером. 25. Они не были в кино. 26. Они не в школе. 27. Они дома. 28. Вы были в парке вчера? 29. Он был в школе вчера? 30. Он был рабочим. 31. Она была учительницей.

ВИДОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ АНГЛИЙСКОГО ГЛАГОЛА

Глагол в английском языке имеет четыре формы: инфинитив (Infinitive), прошедшее неопределенное время (Past Indefinite) и причастия настоящего и прошедшего времени (Participle I, Participle II).

<i>Infinitive</i>	<i>Past Indefinite</i>	<i>Participle II</i>	<i>Participle I</i>
to ask	asked	asked	asking
to go	went	gone	going

Все английские глаголы делятся на правильные и неправильные. Правильные глаголы образуют формы Past Indefinite и Participle II путем прибавления суффикса **-ed** к основе глагола: to stop – stopped – stopped.

Формы неправильных глаголов следует заучивать: to write – wrote – written (см. таблицу неправильных глаголов).

Времена группы Indefinite (Simple)

Времена группы **Indefinite** обозначают обычное, регулярное, повторяющееся действие либо указывают на сам факт его совершения в настоящем, прошедшем или будущем.

С временами группы **Indefinite** обычно употребляются следующие словосочетания и слова:

1. **Present Indefinite:** every day (week, year), often, seldom, always, regularly, sometimes, as a rule.

2. **Past Indefinite:** yesterday, the day before yesterday, last week (month, year), ago.

3. **Future Indefinite:** tomorrow, the day after tomorrow, next week (month, year), in a day (week, month).

<i>Voice</i>	<i>Present</i>	<i>Past</i>	<i>Future</i>
Active	I We You ask They He/she/It asks	I We You They asked He She It	I shall ask We shall ask You They will ask He/She/It
Passive to be + Participle II (V ₃)	I am asked He/She/It is asked We You are asked They	I was asked He/She/It was asked We You were asked They	I/ We shall be asked He/She/It You will be asked They

Порядок слов (Word order)

	I	II	III	IV
	I	speak (spoke, shall speak)	English	well.
	He	speaks (spoke, will speak)	English	well.
	I	don't (didn't, shan't) speak	English	well.
	He	doesn't (didn't, won't) speak	English	well.
	Do(Did, Will)	you	English	well?
	Does(Did, Will)	he	English	well?
What	do(did, will)	you	–	well?
language	does(did, will)	he	–	well?

В специальных вопросах, относящихся к подлежащему, вопросительное слово является подлежащим, поэтому сохраняется порядок слов утвердительного предложения:

Who speaks English well?

Future Indefinite не употребляется в придаточных предложениях времени и условия после союзов **if, when, before, after, as soon as, till, until**. В этих предложениях вместо **Future Indefinite** используется **Present Indefinite**. На русский язык переводится будущим временем:

I shall enter the University when I finish school. –

Я поступлю в университет, когда закончу школу.

Глагол to have в Indefinite Active

<i>Present</i>	<i>Past</i>	<i>Future</i>
have (got)		shall have
has (got)	had	will have

УПРАЖНЕНИЯ

1. Используйте глагол to have в соответствующей форме и переведите предложения на русский язык.

1. The house ... five floors. 2. They ... a four-year-old son. 3. It's a rainy day. ... he an umbrella with him? 4. He ... no bad habits. 5. ... she any sons? 6. ... you a summer cottage? 7. We ... no time left. 8. You ... ten minutes to finish this task. 9. I don't ... enough money to buy this coat. 10. Let's ... a break.

2. Переведите предложения на английский язык, следите за употреблением глаголов to be и to have.

1. Анне 20 лет. 2. Она студентка? 3. У них новая квартира. 4. У меня нет автомобиля. 5. У него большая семья. 6. Мамы нет дома. 7. У вас есть кошка? 8. Студенты в аудитории. У них лекция. 9. Ты сейчас занята? 10. Я сейчас не на работе, я в кафе.

3. Раскройте скобки, употребляя глагол в Present Simple.

1. We (to learn) English at the University. 2. Ben (to go out) to parties every weekend. 3. I (to like) music and pictures. 4. Ann (to know) many songs. 5. She (to play) tennis very well. 6. My friends (to work) at an office. 7. My working day (to begin) at seven o'clock. 8. I (not to walk) to work every morning. 9. She (to do) her morning exercises every day. 10. He (to speak) German. 11. I (to visit) my friend every week. 12. Her first class (to start) at eight o'clock. 13. Ann (not to read) a lot. 14. He always (to invite) his friends to his birthday party. 15. I (to go) for a walk every day. 16. She (to wash) her car once a week.

4. Дайте краткие ответы на вопросы.

1. Does your cat like dogs? 2. Is your brother's wife pretty? 3. Do you often go to the cinema? 4. Are you good at English? 5. Do you speak French? 6. Does he smoke? 7. Does your friend like music? 8. Is mathematics difficult for you? 9. Do all students take exams in winter? 10. Does she work much at her English? 11. Is English easier than Russian?

5. Измените предложения по образцу.

Пример: *She doesn't know French. (Russian) – She knows Russian.*

1. She doesn't like classical music. (jazz) 2. He doesn't play basketball. (football) 3. I don't drink tea in the morning. (coffee) 4. They don't live in London. (in Paris) 5. They don't like apples. (pears) 6. He doesn't drive a car. (a lorry) 7. He doesn't get up at 8 o'clock. (at 7 o'clock) 8. They don't study at the University. (at school) 9. She doesn't go to school by bus. (on foot) 10. We don't come home late. (early) 11. It doesn't snow in summer. (in winter)

6. Образуйте отрицательную и вопросительную форму предложений.

Пример: I like bananas. – I don't like bananas. Do I like bananas?

1. I drive a car. 2. You sing well. 3. I write letters regularly. 4. She helps her mother about the house. 5. She watches TV every day. 6. He often gives her flowers. 7. Accountants prepare reports every quarter. 8. She speaks English fluently. 9. My sister knows how to cook pancakes. 10. He earns a lot of money. 11. We usually have lunch at the office. 12. Laura goes shopping every weekend.

7. Образуйте отрицательную и вопросительную форму предложений.

1. I visit my parents very often. 2. They live in Great Britain. 3. He goes to school by bus. 4. She lives in this house. 5. He wants to be a doctor. 6. They play tennis every Sunday. 7. We work every day. 8. My sister goes to bed at nine. 9. Usually I have dinner very late. 10. My brother watches TV every evening. 11. She likes classical music. 12. We go to the theatre once a month.

8. Раскройте скобки, поставив глагол в Past Simple.

1. It often (to snow) last winter. 2. They (to study) Russian last year. 3. Mike (to invite) his friends to dinner. 4. I (to want) to wait for you but I couldn't. 5. My brother (to keep) books on the shelf. 6. The boy (to tell) us everything. 7. He (to help) me in my work. 8. The lecture (to begin) at 8.30.

9. Образуйте отрицательную и вопросительную форму предложений.

1. Pete went to the bus stop to meet his mother. 2. Lina invited Ann to have tea with her family. 3. Alex went to the hospital to call the doctor. 4. Ann bought a new dress yesterday. 5. My sister studied French at school. 6. She found the key on the table. 7. The girls went to the theatre last Sunday. 8. He left home at 7.30.

10. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Past Simple.

1. He (to look) at her for a moment with surprise. 2. She (not to smile) when she (to see) him. 3. On the way home she usually (to buy) a slice of honey cake at the baker's. 4. The stranger (to climb) into his car and (to drive away), and when he (to notice) later that his speedometer (to indicate) seventy-five, he (to laugh) at himself but (not to slow down). 5. When he (to arrive) he (to find) the patient to be a small boy of nine years of age. 6. A quarter of an hour later he (to hear) voices. 7. A little before nine o'clock I (to descend) to the ground floor. 8. On the fifteenth of October Andrew (to set out) alone for London. 9. Clapper (to stare) at the photograph without a change of expression for at least half a minute. 10. When Eddy (to leave) in the morning he (to take) her photograph with him. 11. Their children (to clean) the yard and then they (to play) basketball. 12. They (to wait) for the bus. The bus (to arrive) at 8 o'clock. 13. Last Monday they (to visit) their friends. 14. What your neighbours (to do) yesterday? 15. The little girl (to cry) a little and then (to smile).

11. Преобразуйте следующие предложения в вопросительные и отрицательные:

1. The children listened to their mother very attentively. 2. Peter went home at once. 3. She did her homework quite correctly. 4. The children ran to the river to bathe. 5. The postman knocked at the door. 6. They looked at me angrily. 7. We left the house early that morning. 8. She told him everything at once. 9. The lesson began at eight o'clock. 10. They knew nothing about me.

12. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Future Simple.

1. I (to be) very busy at the beginning of June. We (to have) our exams. 2. This day (to come) sooner or later. 3. Who (to join) me? Perhaps I (to drive) to town this weekend. 4. You (to help) me or not? 5. He (to come) to see me in a year's time. 6. How long you (to be) away? I (to miss) you. 7. She (to have) dinner in ten minutes. 8. I think I (to get up) earlier tomorrow morning. 9. Alex (to help) her to pass her exam, I'm sure. 10. They (to write) a test tomorrow at their English lesson. 11. Ann (to cook) breakfast for us tomorrow. 12. It (to snow) tomorrow. 13. Pete (to thank) you for your help. 14. The child (not to stay) at home. 15. I (to put on) my new coat. 16. They (to visit) us next Sunday? 17. I (to get up) at 7 o'clock tomorrow. 18. The doctor (to be back) from town in the afternoon. 19. I think it (not to rain) at night. 20. He (to be) a student next year? 21. I (to phone) in an hour.

13. Употребите глагол в Present Simple или Future Simple.

1. I (to hope) he (to be) at the office tomorrow. 2. I (to be) sure you (to like) the music. 3. Don't wait for me, I probably (to be) late. 4. When you (to cross) the park, you (to see) the bank. 5. If you (not to hurry), you (to miss) the train. 6. If it (to rain), we (not to go) to the country. 7. He (to phone) you, when he (to come back) from Moscow. 8. What you (to do), when you (to come) home. 9. If I (to see) him, I (to tell) him about the letter. 10. We (to go) for a walk, if it (not to rain). 11. If we (to be) at home, we (to watch) this programme on TV. 12. If my friend (to come) to see me, I (to be) very glad. 13. If mother (to buy) a cake, we (to have) a very nice tea party. 14. If we (to receive) a telegram from him, we (not to worry). 15. If you (not to work) systematically, you (to fail) the examinations. 16. If you (to be) busy, I (to leave) you alone. 17. If I (to go) to Moscow, I (to visit) the Tretyakov Gallery. 18. If I (to get) a ticket, I (to go) to the performance. 19. If you (to be) free, I (to come) to see you.

Времена группы Continuous (Progressive)

Продолженные времена (**Continuous Tenses**) обозначают действие в процессе его совершения в определенный момент в настоящем, прошедшем или будущем.

Некоторые глаголы не могут выражать действие или состояние как процесс, совершающийся в определенный момент времени, и, следовательно, не могут употребляться во временах группы **Continuous**. К ним относятся: to love – любить, to want – хотеть, to like – нравиться, to hate – ненавидеть, to wish, to desire – желать, to see – видеть, to hear – слышать, to feel – чувствовать, to notice – замечать, to know – знать, to understand – понимать, to consist – состоять, to belong – принадлежать, to recognize – узнавать, to be – быть и др.

С временами группы **Continuous** обычно употребляются следующие указатели времени:

1. **Present Continuous:** now, right now, just now, at the moment.
2. **Past Continuous:** at that time, all day (night) long, at six o'clock, the whole evening (morning, afternoon), from seven to nine.
3. **Future Continuous:** at this time tomorrow (next week, next month), at 10 o'clock on Friday, all the evening tomorrow.

Voice	Present	Past	Future
Active to be + Participle I (V ₄)	I am asking	I was asking	I shall be asking We You They He will be asking She It
	We You are asking They	We You were asking They	
Passive to be + being +Participle II (V ₃)	He She is being asked It	He was being asked She It	<i>He употребляется</i>
	We You are being asked They	We were being asked You They	

Порядок слов (Word order)

	I	II	III
	He	is reading is not reading	a letter.
	Is	he	reading a letter?
What	is	he	reading?
	Who	is reading	a letter?

УПРАЖНЕНИЯ

1. Переведите предложения, обращая внимание на сказуемое. Преобразуйте предложения в отрицательные и вопросительные.

1. You are writing an English exercise now. 2. They were going to the University, when you met them. 3. She was doing her homework, when mother came home. 4. It was raining, when the boys went out into the garden. 5. Pete was playing computer games from five till seven yesterday. 6. He will be watching TV the whole evening tomorrow. 7. When I came into the room, my little sister was sleeping. 8. Mother will be cooking dinner, when I come home.

2. Употребите глаголы в Present Continuous или Present Simple.

1. Every day Mike (leaves, is leaving) the house at half past seven. It is half past seven and Mike (leaves, is leaving) the house. 2. We often (watch, are watching) TV. We are sitting in armchairs and (watch, are watching) TV. 3. It often (rains, is raining) in September, it (rains, is raining) now. 4. It sometimes (snows, is snowing) here in April. It (snows, is snowing) now.

3. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present, Past и Future Continuous.

1. Kate (to cook) dinner now. 2. What Nick (to do), when you entered the room? 3. Where you (to go) now? 4. We (to work) the whole day tomorrow. 5. Look! My friends (to play) football. 6. At this time tomorrow we (to sit) at the theatre. 7. She (to go) to the bank when I met her. 8. At half past two yesterday we (to have) dinner. 9. I saw Mike, when he (to cross) the street. 10. Who (to play) the piano in the next room? 11. At half past ten yesterday I (to sleep).

4. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present Continuous или Present Simple.

1. He (to work) in the centre of the city. 2. I (to write) an exercise now. 3. You (to go) to school on Saturdays? 4. We (not to dance) every day. 5. They (to play) in the room now? 6. Where he (to live)? – He (to live) in a village. 7. He (to sleep) now? 8. They (to read) many books. 9. The children (to eat) soup now. 10. He (to help) his mother every day. 11. You (to play) the piano well? 12. Look! Kate (to dance) now. 13. His father (not to watch) TV at the moment. He (to sleep) because he (to be) tired. 14. Where your cousin (to work)? – He (to work) at school. 15. Your friend (to do) his homework now? 16. When you usually (to come) home from school? – I (to come) at four o'clock. 17. My mother (not to play) the piano now. She (to play) the piano in the evening. 18. You (to read) a magazine and (to think) about your holiday at the moment? 19. I (to sit) in the waiting room at the doctor's now. 20. When you (to listen) to the news on the radio? 21. You (to play) chess now? 22. My uncle (not to work) at the shop. 23. Look at the sky: the clouds (to move) slowly, the sun (to appear)

from behind the clouds, it (to get) warmer. 24. I (not to drink) coffee in the evening. I (to drink) coffee in the morning. 25. What your sister (to do) now? – She (to wash) the dishes. 26. Your father (to work) at this factory?

5. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Past Continuous.

1. Around me people (to talk) German, Italian and English. 2. Robert (to talk) to some of the other guests on the terrace when Mary came. 3. Michael (to look) at his watch. 4. All night long the stars (to glitter). 5. Lizzie (to eat) and didn't raise her head. 6. The family (to prepare) for the party. 7. She (to argue) that only Belinda knew how to treat men. 8. A few minutes later Dixon (to hurry) through the streets to his bus stop. 9. They moved across the room, which (to start) to fill up, to a vacant corner. 10. They (to write) the test at this time yesterday. 11. He (to work) in the garden from two till five o'clock. 12. We (to watch) television the whole evening. 13. You (to play) football at six o'clock? 14. You (to drink) tea at seven o'clock? 15. He (to draw) from three till four o'clock? 16. Who (to listen) to the radio at this time? 17. It (to rain) the whole day yesterday? 18. They (to skate) at three o'clock? 19. She (not to help) mother about the house from two till six.

6. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Past Simple или Past Continuous.

1. She (to cook) yesterday. 2. She (to cook) at three o'clock yesterday. 3. She (to cook) from two till four yesterday. 4. I (not to read) at five o'clock. 5. I (not to read) when you came in. 6. What he (to do) when I came? 7. What he (to do) the whole day yesterday? 8. Pete (to water) flowers in the garden yesterday. 9. Pete (to water) flowers in the garden at five o'clock yesterday. 10. What Pete (to do) when I came to see him? 11. When my father (to come) home, I (to have) dinner. 12. When Alice (to return), I (to listen) to the radio. 13. When mother (to enter) his room, he (to draw) a picture. 14. When my sister (to come in), I (to do) my lessons. 15. When her aunt (to air) the room, she (to catch) cold. 16. When I (to meet) her, she (to go) to the office. 17. He (to wash) his face when somebody (to knock) at the door. 18. The young people (to dance) when I (to come) to the party. 19. When he (to wash) the dishes, he (to break) a plate. 20. What they (to do) when you (to see) them?

7. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present Simple, Past Simple, Future Simple; Present Continuous, Past Continuous.

1. I always (to come) to the university at a quarter to eight. Yesterday I (to come) to the university at half past eight. When you met me yesterday I (to go) to the university. I (to go) to the university now. Tomorrow I (not to go) to university because we (not to study) on Saturdays. 2. She (not to visit) her grandparents very often. 3. They (not to see) him last week. 4. What you (to do) at six o'clock yesterday? 5. He (to look) for a new job now? 6. What time you

usually (to have) breakfast? 7. How often she (visit) fitness centre? 8. She (to train) from four till six yesterday. 9. You (to meet) him at the conference last month? 10. She (to go) to his birthday party next week?

Времена группы Perfect

Совершенные времена (**Perfect Tenses**) обозначают действие, законченное к определенному моменту в настоящем, прошедшем или будущем.

Времена группы **Perfect** переводятся на русский язык глаголами совершенного вида.

Present Perfect часто употребляется с наречиями времени (**already, just, yet, never, ever**) и со словами, выражающими еще не истекшие периоды времени (**today, this year, this month, this week, this morning, etc.**)

Present Perfect может употребляться для выражения действия, которое началось в прошлом и не закончилось к данному моменту, а все еще продолжается. Период действия обычно указывается с помощью слов **for** (в течение) или **since** (с, с тех пор как, с тех пор). В этом случае **Present Perfect** переводится на русский язык глаголом несовершенного вида:

I have lived here since 1990. – Я живу здесь с 1990 года.

Определенный момент в прошлом (**Past Perfect**) или будущем (**Future Perfect**) выражается обозначениями времени с предлогом **by** (к):
by 3 o'clock yesterday, by 3 o'clock tomorrow, by the time he came (comes).

Voice	Present	Past	Future
Active to have + Participle II (V ₃)	I We You have asked They He She has asked It	I He She It had asked We You They	I We shall have asked You They will have asked He/She/It
Passive to have + been + Participle II (V ₃)	I We have You been asked They He She has It been asked	I He She It had been asked We You They	I We shall have been asked He She It will have You been asked They

Порядок слов (Word order)

		I	II	III	IV
		They	have seen	this film	today.
		He	hasn't seen	this film	today.
	Have	they	seen	this film	today?
What	have	they	seen	–	today?
		Who	has seen	this film	today?

УПРАЖНЕНИЯ

1. Переведите предложения, обращая внимание на сказуемое.

1. We have already learnt a lot of English words. 2. Have you found the book? 3. We have just talked about it. 4. I have never been to London. 5. I haven't seen him for a long time. 6. He has told us nothing about it. 7. Have you read any stories by Jack London? 8. The lecture hasn't begun yet and the students are talking in the classroom. 9. Jane told me that she had seen a very interesting film. 10. He thought that he had lost the money. 11. When the teacher entered the classroom, the pupils had already opened their books. 12. By two o'clock the teacher had examined all the students. 13. They will have returned to the hotel by ten o'clock. 14. He will have done his homework by the time his mother comes home. 15. I have attended lectures on history since September. 16. He has entered the University this year. 17. I haven't been to the library today.

2. Употребите Present Perfect или Past Simple в предложениях.

1. She (to live) there last year. 2. I (to see) Pete today. 3. I never (to visit) that place. 4. Alex (to meet) his friend two hours ago. 5. We (not to see) him since last year. 6. Mike (to buy) a box of chocolate for his mother. Today is her birthday. 7. Mary (to tell) me about him this morning. 8. She (to leave) the room a minute ago. 9. It (to be) very cold yesterday. 10. I (to see) this film this week. I like it very much. 11. The rain (to stop) but a cold wind is still blowing.

3. Измените время глагола на Present Perfect, употребив соответствующие обстоятельства времени.

1. I am writing a letter. (already) 2. He was reading a book. (already) 3. They will go home. (just) 4. I saw him. (just) 5. John spoke to me. (just) 6. I was in Kiev last year. (never) 7. He gave me the book. (never) 8. I saw this film. (never) 9. He is in London. (never) 10. She was in Siberia. (never) 11. I lived in Ivanovo in 1985. (since) 12. I didn't speak English last year. (since) 13. I didn't see her there in September. (since) 14. She didn't read this book in her childhood. (since) 15. Your friends are writing a letter to you. (this week) 16. He is leaving for Minsk. (this month) 17. I am learning grammar rules. (today) 18. We are finishing our work. (this year)

4. Сравните образование и употребление видовременных форм глагола в действительном и страдательном залоге. Переведите предложения.

Active Voice

They usually close the shop at 8.
They closed the shop at 8 yesterday.
They will close the shop at 8 tomorrow.
The students are translating the text now.
The students were translating the text the whole lesson yesterday.
The students will be translating the text the whole lesson tomorrow.
We have just written the test.
We had written the test before the bell rang.
We shall have written the test before the bell rings.

Passive Voice

The shop is usually closed at 8.
The shop was closed at 8 yesterday.
The shop will be closed at 8 tomorrow.
The text is being translated by the students now.
The text was being translated by the students the whole lesson yesterday.
—
The test has just been written.
The test had been written before the bell rang.
The test will have been written before the bell rings.

5. Переведите на русский язык.

1. The window is broken. 2. The house is built. 3. The essays are written. 4. The photos are made. 5. The homework was done. 6. The food was bought. 7. The texts were translated. 8. We were invited to the party. 9. The film will be shown. 10. The letter will be sent.

6. Раскройте скобки, употребляя глаголы в *Present Simple Passive*.

1. His books (to publish) every month. 2. Hockey (to play) usually in winter. 3. Meetings (to hold) every week. 4. Houses (to build) every year. 5. This holiday (to celebrate) in May. 6. Comedies (to show) very often on TV. 7. This place (to visit) by a lot of tourists. 8. Newspapers (to bring) every morning. 9. Food (to buy) every day. 10. Documents (to send) always in time.

7. Раскройте скобки, употребляя глаголы в *Past Simple Passive*.

1. The exercises (to do) yesterday. 2. The article (to translate) last week. 3. The dinner (to cook) an hour ago. 4. The university (to found) in 1961. 5. The students (to invite) to the concert last Saturday. 6. The car (to buy) two months ago. 7. The conference (to hold) yesterday. 8. These topics (to discuss) at the last lesson. 9. This question (to ask) yesterday. 10. This house (to build) in 2006.

8. Раскройте скобки, употребляя глаголы в *Future Simple Passive*.

1. The film (to show) on TV soon. 2. Nick (to send) to Moscow next week. 3. The work (to do) tomorrow. 4. The translation (to finish) in two days. 5. The question (to discuss) at the next lesson. 6. This rule (to explain) next time.

7. The bill (to pay) on Friday. 8. The answer (to receive) tomorrow. 9. The cake (to cook) in an hour. 10. The wall (to paint) next weekend.

9. Раскройте скобки, употребляя глаголы в Present, Past, Future Simple Passive.

1. His car (to steal) last night. 2. Cheese (to make) from milk. 3. The dog (to give) some food in ten minutes. 4. The telegram (to send) yesterday. 5. These cars (to produce) in Japan. 6. The exam (to pass) soon. 7. Jack (to arrest) two days ago. 8. Flowers (to sell) every day. 9. He (to take) to the café next weekend. 10. She (to invite) to the cinema yesterday.

10. Измените предложения по образцу: He wrote a letter. – The letter was written.

1. They built many hotels last year. 2. They listened to him with great pleasure. 3. My younger brother often helps me. 4. We gather mushrooms in autumn. 5. She will buy this bag tomorrow. 6. He will meet them at the airport. 7. We read newspapers every morning. 8. She brought the dictionary an hour ago. 9. They will finish the work soon. 10. I spent a lot of money yesterday. 11. They are organizing another kind of work at their laboratory now. 12. They were discussing the problem for two hours yesterday.

11. Раскройте скобки и употребите глаголы в нужной форме.

1. When I came the problem (to be discussed). 2. He (to be told) the news when I entered the room. 3. Where your brother (to work)? – He (to work) at an Institute. 4. Look at these children: they (to skate) well. 5. This road (to be built) last year. 6. What you brother (to do) now? – He (to read) a book. 7. They (to watch) a new film, when the telephone (to ring). 8. How long you (to know) each other? 9. He (to be listened to) with great pleasure yesterday. 10. When I (to come) home an hour ago, my mother (to tell) me that she (to get) a letter from grandmother. 11. When she (to open) the door of the classroom, she (to see) that the teacher already (to come) and the pupils (to write) a dictation. 12. When I (to meet) Tom, he (to eat) an ice cream, which he (to buy) at the corner of the street. 13. They (not to listen to) the boy. 14. The telegram just (to be sent). 15. The article (to be translated) at the lesson tomorrow. 16. The boy (to be told) to go home at once. 17. I knew they (to wait) for me at the metro station and I decided to hurry. 18. We (to be shown) a very strange picture. 19. At the University students (to be taught) many different subjects. 20. When the train (to stop), I (to look) out of the window but (not to see) any of my friends there. 21. My sister (to buy) a new dress today. 22. The rain (to stop) and the sun (to shine) brightly. 23. Where (to be) Nick? – He (to do) his homework in the next room. 24. I (to buy) a new dress. I (to show) it to you tomorrow, when you come to my place.

Времена группы Perfect Continuous

Времена группы **Perfect Continuous** употребляются для выражения действий, которые происходили в течение определенного времени и закончились или все еще продолжаются (продолжались, будут продолжаться) в определенный момент настоящего, прошедшего или будущего времени.

Времена группы **Perfect Continuous** образуются при помощи вспомогательного глагола **to be** в соответствующей форме Present, Past или Future Perfect и **Participle I** смыслового глагола:

Present	Past	Future
have been working	had been working	shall have been working
has		will

Отрицательная и вопросительная формы образуются так же, как и в других сложных временах. Времена группы **Perfect Continuous** не имеют страдательного залога.

He **has been working** at this plant for two years.

– Он работает на этом заводе уже два года.

He **had been working** at the plant for two years before I came here.

– Он уже проработал на заводе два года до того, как я пришел туда.

He **will have been working** at the plant for two years before you graduate from the University.

– Он уже два года проработает на заводе до того, как вы закончите университет.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Переведите предложения, обращая внимание на сказуемое.

1. They have been working at this problem for a year.
2. He had been conducting this experiment for two hours before we came.
3. I had been working at my report for a long time when my friend came.
4. Have you been waiting long?
5. They have been discussing this problem since morning.
6. I have been translating the article since 9 o'clock.
7. Here is the book he has been reading since yesterday.
8. It had been snowing heavily for two hours when we left our house.
9. How long have you been doing the translation?
10. He says he had been studying English for two years before he came to work here.
11. She has been living in our city since childhood.
12. They have been discussing the plan for half an hour when I joined them.
13. How long has he been learning English?
14. It has been raining heavily since morning. I can't go for a walk.
15. He is a good player, because he has been playing chess since he was five.
16. She looks very tired. What has she been doing?

МОДАЛЬНЫЕ ГЛАГОЛЫ И ИХ ЭКВИВАЛЕНТЫ

Модальные глаголы (**can, must, may**) обозначают не само действие, а указывают на отношение к нему говорящего. Модальные глаголы употребляются в сочетании с инфинитивом смыслового глагола без частицы **to**. Эти глаголы часто называют недостаточными, т.к. они:

1. Не имеют неличных форм – инфинитива, причастия, герундия.
2. Не изменяются ни по лицам, ни по числам (не имеют окончания в 3-м лице ед. числа).

He can do it himself. – Он может сделать это сам.

3. Образуют вопросительную форму путем постановки глаголов **can, must** или **may** перед подлежащим, а отрицательную форму – путем добавления отрицания **not** после модальных глаголов.

Can you play tennis? – Вы умеете играть в теннис?

Must I translate this article? – Мне нужно переводить эту статью?

You mustn't smoke here. – Здесь нельзя курить.

4. **Can** и **may** имеют формы настоящего и прошедшего времени, глагол **must** имеет только форму настоящего времени.

Сводная таблица модальных глаголов и их эквивалентов

	Present	Past	Future
Долженствование	I must meet him. I have to meet him. I am to meet him. I should meet him.	– I had to meet him. I was to meet him. –	– I shall have to meet him. – –
Способность или возможность	He can help you. He is able to help you.	He could help you. He was able to help you.	– He will be able to help you.
Допустимость совершения действия	I may use this device. I am allowed to use this device.	I might use the device. I was allowed to use the device.	– I shall be allowed to use the device.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Поставьте данные предложения в Past Simple и Future Simple.

1. He must learn the new words regularly.
2. We must pass the examination in English.
3. You must read the text again.
4. They must begin their work at 9 o'clock.
5. She must go there at once.
6. He can skate well.
7. He can continue his studies at the correspondence department.
8. His friend can help him in his studies.
9. I can meet you at the station.
10. She can translate this text without

a dictionary. 11. They can play tennis after work. 12. You may go home after classes. 13. They may continue the experiment. 14. The students may use dictionaries at the translation test. 15. He may take books from his father's library.

2. Вставьте подходящие по смыслу модальные глаголы.

1. Drivers ... stop when they see the red light. 2. Mike is a good student. He ... speak English well. 3. Let's ask Jane. She ... know his address. 4. ... you speak English a year ago? 5. You ... go home, I shall finish the work myself. 6. Alex failed in Mathematics. He ... pass his examination again next week. 7. If you are ill, you ... consult a doctor. 8. ... I come in? 9. ...I help you? You ... smoke here. 10. What ... we see on this map? 11. There ... be a way out.

3. Прочтите текст, выпишите предложения, в которых употребляются модальные глаголы или их эквиваленты, и переведите предложения на русский язык.

Marketing starts in a market, where individuals or organized groups who want to buy goods or services meet people who want to sell them. The buyers must have money to spend and willingness to spend it, or a product or service they themselves are willing to trade. The sellers must have what the buyers want. To understand these groups is the first step in marketing. The marketers must determine the number of buyers, what they want to buy, how, when and where they want to buy it, at what price and what they expect from it. Techniques of research have been developed to supply this information. Of course marketers have to decide which needs they want to meet. A concept for a product or service may develop long before any marketing research is done, or it may be a response to identified needs.

In part, at least, marketing determines what products and services are to be offered and where they could be used.

II. УСТНЫЕ ТЕМЫ

Тема 1. SELF-PRESENTATION (О себе)

Questions (Вопросы)

General information and biographical details:

1. What's your name (full name)?
2. When were you born? When is your birthday? How old are you?
3. Where were you born? What type of place is it?

Education and working experience:

4. When did you finish school?
5. What did you do after school?
6. Do you study now? Where do you study?

7. What year are you in?
8. What is your future speciality?

Your home:

9. Where do you live now? Whom do you live with?
10. What's your full address?
11. Do you live in a flat (house)?
12. What type of flat (house) is it?
13. How many rooms are there in your flat (house)?
14. What furniture have you got in each of the rooms?

Nationalities and languages:

15. What's your nationality?
16. What is your native language?
17. Do you speak any foreign languages?

Your typical day:

18. When do you usually get up?
19. What time do you have breakfast (lunch, dinner, supper)?
20. What do you usually eat for breakfast (lunch, dinner, supper)?
21. What do you do in the morning (afternoon, evening)?
22. What time do you go to bed?
23. Do your days differ much?

Hobbies and interests:

24. What do you like to do in your spare (free) time?
25. Have you got any hobbies?

Speech Patterns (Речевые клише)

General information and biographical details:

1. My name (full name) is
2. I was born in
My birthday is
I'm (I'm ... years old.)
3. I was born in ... It's a

Education and working experience:

4. I finished secondary school in
5. After school I
6. Now I study at the Ivanovo State Polytechnical University.
7. I'm a student of part-time department. I'm in the first (second) year.
8. My future speciality is

Your home:

9. Now I live with my ... in
10. My full address is
11. I live in a
12. It is a
13. There are ... rooms in my (our) flat (house).
14. There is (are) ... in the

Nationalities and languages:

15. I'm
16. My native language is
17. I also speak ... (a little, quite well, fluently). I also study

Your typical working day:

18. I usually get up at ... o'clock.
19. I usually have breakfast (lunch, dinner, supper) at ... o'clock.
20. I usually have ... for breakfast (lunch, dinner, supper).
21. I (usually) ... in the morning (afternoon, evening).
22. As a rule, I go to bed at
23. My daily routine is usually the same.
My days are different. Sometimes I ..., sometimes I
My typical working day begins at ... o'clock.

Hobbies and interests:

24. In my spare time I like to
I'm quite a busy person, but if I have some free time I prefer to
25. My hobby is I enjoy

Тема 2. MY FAMILY (Моя семья)

Questions (Вопросы)

1. Is your family big?
2. How many members are there in your family?
3. What is your father's (mother's, brother's, sister's) name?
4. How old is your father (mother, brother, sister)?
5. What are your parents?
6. Is your family friendly?

Speech Patterns (Речевые клише)

1. My family is big (small, neither big nor small) .
2. There are four members in my family. (We are four in the family: my father, my mother, my brother and I).
3. My father's (mother's, brother's, sister's) name is
4. My father (mother, brother, sister) is ... years old.
5. My father is a doctor (an engineer, a driver ...) and my mother is a teacher (an economist, a hairdresser, a housewife ...).
6. Our family is friendly. (We are a friendly family).

Vocabulary (Лексика)

Introduction:

Family relationships are an important part of our lives, from birth of children, to weddings, to our old age. However, learning to get along with everyone is sometimes a challenge. Read the words below and try to remember

them. Write a sample sentence for each word to learn how it is used in context. You can use the Internet to find such sentences and related information.

Члены семьи – Family members

родители – parents
отец – father
мать – mother
сестра, младшая сестра – sister, younger sister
брат, старший брат – brother, elder / older brother
близнецы – twins
брат-близнец – twin-brother
сестра-близнец – twin-sister
сын – son
дочь – daughter
дедушка и бабушка – grandparents
дедушка – grandfather, grandpa
дедушка (ласкательное) – grandpa
бабушка – grandmother, grandmamma
бабушка (ласкательное) – grandma
внук; внучка – grandchild
внучка – granddaughter
внук – grandson
правнук; правнучка – great-grandchild
жена – wife
бывшая жена – ex-wife
муж – husband
бывший муж – ex-husband
родители жены/мужа – in-laws
свекор, тесть – father-in-law
свекровь, теща – mother-in-law
зять (муж дочери) – son-in-law
невестка (жена сына) – daughter-in-law
отчим – step-father
падчерица – step-daughter
приемный сын – step-son
тетя – aunt
дядя – uncle
двоюродный брат, двоюродная сестра; кузен, кузина – cousin
племянница – niece
племянник – nephew
вдова – widow (woman)
вдовец – widower (man)
жених – fiancé

невеста – fiancée
знакомый; знакомая – acquaintance
друг – friend
лучший друг – best friend

Брак – Marital Relationships

разведенный – divorced (separated)
помолвленный – engaged
женатый / не женатый – married / unmarried
холостой – single
вдовый – widowed

Глаголы – Verbs

get divorced (from) – развестись
get engaged (to) – обручиться
get married – пожениться
marry someone – жениться на ком-либо, выйти замуж за кого-либо
to get along with – ладить с ...
to have many things in common – иметь много общего
to spend time with – проводить время с ...

Practice

1. Complete the sentences below with the best answer:

1. Michael _____ everyone he meets because he is very sociable and easygoing. He has five brothers and two sisters, so that probably helped him learn how to deal with people.

A. gets divorced B. gets along well with C. gets married

2. My _____ and I are planning on getting married in June. I'm a teacher, and I don't have classes during the summer, so that is the best time for us to tie the knot.

A. wife B. husband C. fiancée

3. When I asked my girlfriend to marry me, I had to talk with my future _____ to get his permission.

A. father-in-law B. widow C. cousin

2. Read and translate the text:

There are five people in my family, and my parents still have a cat and dog. I have two older brothers, and the oldest works as a graphic designer for a computer company. My other brother is a manager of a bank in our hometown. My dad is retired, but he keeps himself busy hiking, taking care of his grandchildren, and volunteering in the community. My mom still runs a flower shop. My grandmother lives around the corner from our house; my grandfather passed away about a year ago, but grandma keeps busy in her garden. I guess

you could say that we're a pretty close family. We like doing things together, mainly because we have so many things in common.

3. Discussion:

A) Talk about your family, including the number of members, what each person does (job or school), and the things they like to do in their free time.

B) Talk about your family, including what they do for a living, if they are married or not, and how well you get along with each member. Then, discuss what things contribute to a happy family (e.g., having things in common, sharing the same ideals and feelings, etc.). Search for advice and keys on raising a happy family.

Тема 3. EDUCATION (Образование)

Vocabulary

education – образование, обучение

higher education – высшее образование

self-education – самообразование

to take entrance exams – сдавать вступительные экзамены

to enter the university – поступить в университет

Ivanovo State Polytechnical University – Ивановский государственный
политехнический университет

college – колледж

department (faculty) – факультет

complete course of study – полный курс обучения

to last – продолжаться

full-time student – студент дневного отделения

correspondence department – заочное отделение

evening (part-time) department – вечернее (очно-заочное) отделение

first-year (second-year, third-year) student – первокурсник (второкурсник,
третьекурсник)

to be in the first (second, third) year – быть на первом (втором, третьем)
курсе

graduate – выпускник

to graduate from the University – окончить университет

high school diploma – диплом о высшем образовании

postgraduate – аспирант

standard of teaching – уровень преподавания

well-equipped laboratories – хорошо оборудованные лаборатории

classes – занятия

lecture – лекция

to take notes – записывать

to deliver a lecture – читать лекцию

to attend lectures on – посещать лекции по
to miss lectures – пропускать лекции
to be good (poor) at – хорошо (плохо) знать какой-либо предмет
to receive credits – сдавать зачеты
to prepare for examinations – готовиться к экзаменам
to take an examination – держать экзамен
to pass an examination – сдать экзамен
to fail in an examination – не выдержать экзамен
to take the finals – сдавать выпускные экзамены
term – семестр
paper – письменная работа
examination-paper – экзаменационная работа
term-paper – курсовая работа
to present a graduation thesis – защищать дипломную работу
excellent mark – отличная оценка
foreign language – иностранный язык
subject – предмет
optional subject – факультативный предмет
sciences and humanities – естественные и гуманитарные науки
engineering – технические специальности
time-table – расписание
industrial training – производственная практика
dean – декан
dean's office – деканат
to train – обучать, готовить
specialist – специалист
qualified – квалифицированный
profound knowledge – глубокие знания
to put one's knowledge into practice – применять знания на практике

1. Read and translate the following texts:

ON THE STRUCTURE OF PUBLIC EDUCATION IN RUSSIA

Russia has a unified system of public education. The system includes compulsory secondary education and higher education. The principles of our public education are:

1. The equal right to education for all citizens, as guaranteed by the Constitution.
2. Co-education, no separate men's or women's schools.
3. Free tuition throughout the system.

The majority of schools belong to the State, but private schools have appeared in Russia and there are some Sunday church schools as well.

In Russia children begin to go to school at the age of 7 and the first stage – primary education – lasts for three years. After the ninth form pupils have got a choice to continue their education at school for two more years or go to some special secondary educational establishments.

The unified system of public education in Russia consists of the following chief types:

1. Compulsory general secondary education.
2. Specialized secondary education.
3. Technical vocational education for working people.
4. Higher education.

Our higher educational institutions are divided into three basic groups the universities, specialized institutions and academies.

The universities train highly qualified specialists in philosophy, philology, history, power engineering, economics, mathematics, physics, chemistry, biology, geology, geography, and many other branches of science, that is the universities train specialists in sciences and humanities.

The specialized institutions, technical universities and academies train specialists for one of the fields of culture or national economy. The chief types are pedagogical, agricultural, medical, metallurgical, mining, civil engineering and certain others.

In several cases the specialized technical universities are polytechnical in a specific field of engineering. For example, the Moscow State Building University trains engineers for the most important branches of modern construction such as industrial and housing construction as well as specialists in the planning and development of towns, technicians in building materials and building machinery. In all higher educational institutions there are some optional courses which provide students with an opportunity to study besides obligatory subjects they are most interested in.

Science has been playing and will always play the most important role in the development of the whole world and of Russia as well.

The application of the latest achievements in industry demands of today's workers and engineers great knowledge and good polytechnical training. Higher educational institutions of our country must equip their students for the long road of independent work for the benefit of humanity, for the transformation of nature, and in actual fact our universities and institutions are doing this.

ABOUT HIGHER EDUCATION IN RUSSIA

The academic year in the Russian educational establishments starts on the first of September. In many higher educational institutions there are not only full-time departments but part-time and correspondence departments as well. In full-time departments the course of study usually lasts four or five years. The

course in part-time and correspondence departments is longer than that in full-time departments.

In state educational establishments tuition is free, and students who do well get grants. In Russia now besides state there are commercial higher educational establishments. Students pay for their education there.

In a technical university first-year and second-year students study mathematics, physics, chemistry, philosophy, a foreign language and many other subjects. The first year is very difficult for students because they can't plan their time very well yet.

In the third and fourth years students study special subjects. Full-time students at a technical university usually have three lectures a day, or two lectures and a lab. Every year they have term-papers to write. There are two terms in the academic year. At the end of each term students receive credits and then take examinations. Students take exams twice a year - usually in January and in June. There are seldom more than five exams at a session. If the results are good, students get grants, those who have only excellent marks for three terms running and take an active part in all spheres of university life get scholarship. Besides obligatory subjects at every university there are optional ones which students may take if they are interested in this or that field of science and engineering.

Part-time and correspondence higher institutions of Russia train specialists in most fields. The overwhelming majority of evening and correspondence students study professions they are engaged in. For example, industrial and transport workers join correspondence technical higher schools, elementary school teachers study in pedagogical higher schools, farm workers study in agricultural schools, etc. This fact makes it possible for the correspondence and evening higher institutes to train highly qualified specialists.

The curricula of correspondence, part-time and full-time higher schools do not differ essentially in the subjects taught, but they differ in the system in which studies are organized. The basic form of study for correspondence students is independent work at home.

On completion of studies each student passes a final state examination and presents a graduation thesis. The best students who have done some research work become postgraduates.

The standard of teaching in educational establishments of Russia is very high and graduates from our universities are usually highly qualified specialists. They work in various fields of national economy.

2. Speech practice. Speak about the structure of public education in Russia.

III. ТЕКСТЫ ДЛЯ ЧТЕНИЯ, ПЕРЕВОДА И ОБСУЖДЕНИЯ

Text 1. My Friend's Family

My friend's name is Lavrov. He lives in Moscow. His family is not very large. He has got a wife and two children. His wife's name is Mary and his children's names are Ann and Nick.

Lavrov's wife is a young woman. She is twenty nine years old. She's a lecturer. She teaches English at the University of Foreign Languages. She has got very many students. She has not got bad students. Her students do well as a rule.

My friend's daughter is a girl of ten. She goes to school. She has got a lot of subjects at school. She also learns English. She works hard and knows language well. She doesn't make many mistakes in English. She likes reading. She also helps her mother at home.

Lavrov's son is a little boy. I think he was born five or six years ago. His father takes him to a nursery school every morning.

My friend has got a sister. She is going to be a doctor. She is married. Her husband is a doctor too.

My friend has not got any brothers.

My friend's wife usually takes the children to the country in summer to stay with their grandfather and grandmother. They love their grandchildren very much. She is going to take them to the country again this summer.

Text 2. My Family and Me

In my opinion family is one of the most important things in our life. There are four of us in the family: my dad, my mom, my younger sister and me. I think it would be right if I begin with my parents. They have been married for twenty years already. My father Alexander is forty-six. He is a businessman. He is tall, handsome, dark-haired, green-eyed and broad-shouldered. He has got many experiences in different spheres of life and it's very interesting to talk to him. Besides, he has good sense of humour. My father is intelligent, polite and ready to come to help. He is friendly, very energetic and, what is more important, he is a loving father. He is always interested in my problems, gives me advice which I try to follow. He is fond of car racing. We spend a lot of time together watching sport competitions and matches on TV.

I love my mother not less. Her name is Irina. She is forty-five. She is a good-looking, fair-haired and slim woman. She is a lawyer. My mom is a woman of character and taste, well-educated, tactful and honest. She is strict but just. People say that she is always energetic, optimistic and full of common sense. My mother is good at cooking. At free time she visits cooking sites in the internet and spends hours googling new recipes. It's a kind of relax for her. By

the way, she has got a huge collection of recipes. Every weekend she cooks something delicious for us.

My sister's name is Katya. She is a pretty girl with blond hair and blue eyes. Katya is four years younger than me, so she is 13. My sister is a pupil. She does well at school and gets good marks. I think my sister is purposeful, motivated and sociable, but to tell you the truth, she is a bit selfish. Katya is keen on dancing and we all think that she is good at it. When she has free time she listens to music, looks through magazines and communicates with her friends. My mom and my sister have much in common, for example they are both crazy about shopping.

And now some words about myself. My name is Kostya. I am 17. I'm in the first year of studies at university now and I enjoy every moment of my student life. I was born on the 29th of March in 1993 in Smolensk under the zodiac sign of Aries. But frankly speaking, I don't believe that stars influence our character much. As to my appearance, it's quite ordinary: I am of middle height, slender, my hair is dark, my eyes are grey, so nothing special, I think.

Speaking about my character I can say that I'm even-tempered and reserved. But sometimes I can lose my temper and become angry. My mom says I'm stubborn but I disagree with her. Actually, I'm persistent and it's different, in my opinion. In fact, I'm cheerful and friendly. There are many things that I like and dislike. I like when everything is OK and things are going my way.

I like to study because knowledge is useful and very important. It is power. The more we know the greater power we have and the more interesting our life is. I'm fond of computer. I have got lots of computer games but use computer not only for playing, I surf the net to find useful information, chat with friends and make reports. I dislike talking over the phone. And I hate getting up early. But I'm happy because I have more things I like than dislike.

Text 3. British Family Life

The English are a nation of stay-at-home. «There is no place like home», they say. And when the man is not working he is at home in the company of his wife and children and busies himself with the affairs of the home. «The Englishman's home is his castle», is a saying known all over the world. And it is true.

A «typical» British family used to consist of mother, father and two children, but in recent years there have been many changes in family life. Some of these have been caused by new laws and others are the result of changes in society. For example, since the law made it easier to get a divorce, the number of divorces has increased. In fact one marriage in every three now ends in divorce. This means that there are a lot of one-parent families. Society is now more tolerant than it used to be of unmarried people, unmarried couples and single parents.

Another change has been caused by the fact that people are living longer nowadays, and many old people live alone following the death of their partners. As a result of these changes in the pattern of people's lives, there are many households which consist of only one person or one person and children.

You might think that marriage and the family are not as popular as they once were. However, the majority of divorced people marry again, and they sometimes take responsibility for their second family.

Members of a family – grandparents, aunts, uncles, cousins – keep in touch, but they see less of each other than they used to. This is because people often move away from their home town to work, and so the family becomes scattered. Christmas is the traditional season for meetings. Although the family group is smaller nowadays than it used to be, relatives often travel many miles in order to spend the holiday together.

In general, each generation is keen to become independent of parents in establishing its own family unit, and this fact can lead to social as well as geographical differences within the larger family group.

Relationships within the family are different now. Parents treat their children more as equals than they used to, and children have more freedom to make their own decisions. The father is more involved in bringing up children, often because the mother goes out to work. Increased leisure facilities and more money mean that there are greater opportunities outside the home. Although the family holiday is still an important part of family life (usually taken in August, and often abroad) many children have holidays away from their parents, often with a school party or other organized group.

Who looks after the older generation? There are about 10 million old-age pensioners in Britain, of whom about 750,000 cannot live entirely independently. The government gives financial help in the form of a pension but in the future it will be more and more difficult for the nation economy to support the increasing number of elderly. At the present time, more than half of all old people are looked after at home. Many others live in Old Peoples' Homes, which may be private or state owned.

Text 4. Learning English

I have been learning English since I was 7. The first few years were really disastrous to me. We – my brother and I – had to learn words and grammar rules, which didn't seem to have much sense for us at that time. We completely didn't feel the need to learn English. Everything has changed since I went to the USA for the first time in 1998. I was under great impression of picturesque Great Canyon, Sonora Desert and by all means, as a little girl I was fascinated by Disneyland! As far as my education is concerned, I think that the most important thing to mention is that from the earliest childhood I have been taught by qualified teachers, either at home or in high school. I think that this is of

prime importance especially for young learners, as they tend to learn wrong things very easily and later in life they have to eliminate those errors. My teachers focused on all aspects of the language: grammar, vocabulary, oral and written English. When I was younger they used to show the best ways of practicing a foreign language. Now I know what to do to learn the language more effectively. I watch films in English and American programmes on TV, I read English books. I learn a lot of new words and write essays. I try to use every opportunity to talk in English. Of course you have to know the grammar rules first of all. I use many textbooks and exercise books which help me to practice my grammar.

Text 5. To Learn or Not to Learn Foreign Languages?

Have you noticed that universal craziness about foreign languages? Everyone seems to study them now, even if there is no practical use in it. What's the point in learning a language?

The way people live in the modern society requires new standards of communication and that is why it is an essential demand of the contemporary society to be able to speak foreign languages. A foreign language is an important advantage for an experienced specialist in any field. Higher education cannot be called complete without at least one foreign language.

Languages make possible the immediate access to the hottest technological information all over the world. It is very useful in business as well. Any businessman will confirm the statement that ability to use your partner's language helps to establish the so-called personal contact that makes your negotiations more efficient. You will always be respected for attempts to be closer to the culture of your partners.

However, not only scientists and businessmen need languages. When travelling abroad, a person has an opportunity to get acquainted with other cultures, traditions, and different mentality. It is easier to do by means of their language. It makes for understanding and tolerance towards other people's views, and it is very important in our vulnerable world. To sum it all up, learning other languages is not a matter of fashion that can change in a year or two. The importance of it is apparent, and you would hardly be valuable member of the contemporary integrated society if you feel absolutely helpless in communicating with non-Russian people. The earlier we realize it the better.

As you see, there are very important reasons to learn languages; it can never be called wasting of time. Firstly, it is essential if you want to meet the demands of an educated person. Foreign languages can educate – they help to accept the variety of mentalities existing in the world. Secondly, languages help other people to understand you while travelling abroad. Of course one can say that it is not difficult to feel comfortable on holidays, speaking only Russian, if you have chosen the right travel agency. But it is not so. It is not nice to be

dependent on interpreters and travel agents. There is no pleasure in looking at advertisements and menus without understanding what it is all about. And thirdly, it's business. Each profession requires a certain language: Latin – for doctors and lawyers, Ancient Greek – for archeologists, French or Italian – for researchers, and English – for businessmen.

Text 6. Economics of Education

Education for young people has always been a leading social task. In all industrial societies young people from the age of 5 to 16 and sometimes older go to school. A lot of young adults then take jobs, but some go to college and a few more take advanced studies.

Education varies from country to country but it has the same economic characteristics in all countries. It improves skills which make people more productive. By means of education people are made stable members of society. Some teachers also do creative research which helps to improve technology. So education creates large economic values varying from technical productivity in factories and offices to progress of knowledge.

Various values of education are of two classes: private and social. Each student gets private benefits when he or she learns new skills which will allow them to get higher pay on the job. Besides, the job will probably be more pleasant and the person will cope with problems of modern life better.

There are also public benefits of education. First, it provides more productive workers for society; economy becomes more efficient and profitable. Without education many people do not cope with difficulties of life and turn to crime or require public support. Second, people understand social life better and they will deal with public problems more intelligently and avoid extremism. Third, greater productivity of population provides more taxes in order to pay for public needs.

The task of economics of education is to evaluate public and private benefits and make decisions how much a government is going to invest in every type of school and how the government is going to do it.

Technologies are becoming more complex and demand for education as well as a number of qualified specialists will grow in future. With it, the role of economics of education and the scope of problems studied by it is growing in the years to come.

Text 7. Choosing a Career

Every person at the age of 14 to 16 has to make an extremely stressful decision, to choose his or her own career. You might be wondering what the difference is between a career and a job. Basically a job is something you do, but don't expect to continue doing forever. A career is what you hope to do for a

long time or even for your entire working life. Choosing a career is a difficult and challenging task: the decision once taken will influence your future life. There are, of course, a lot of examples when people have changed their career paths in their twenties, thirties and even forties but, of course, it is better to make the right choice at the very beginning. The earlier you decide on what profession is interesting and rewarding for you, the more you can achieve during your lifetime.

Choosing a career is a challenging task indeed. It is all about finding the perfect match between your personality, interests and skills. On the one hand, modern society, with its hundreds of professions and jobs, presents a vast range of future job opportunities. Industry and business, farming, science and education, medicine, service, arts and journalism are just a few professional fields a young person can specialize in. On the other hand, modern society with its crises, unemployment and inflation, makes a poor choice of profession a really bad mistake. You can choose a profession you really like, and face problems when looking for a job. Or you can find a job you like, but it will be underpaid. Besides, a young person's parents usually have their own ideas of what career path to choose. Some parents are more democratic and let the child determine his future by himself. Some are oppressive and overprotective and try to force the child to make this or that career choice. In this case, they often try to compensate for their own dreams which have failed and the chances they have missed. Sometimes they see their child is gifted in some field and try to persuade him to choose this profession irrespective of the fact if he likes it or not.

In spite of all the problems mentioned above, the choice has to be made. To make it easier for the young people, there is some professional advice. It's best for the young man to start this process as early as possible, ideally in the tenth form. You should determine if you would like to continue in higher education, or to learn a trade and look for a job. It's up to the person to decide, but you should remember that to get more chances, you should strive for higher education which enables you to be qualified for skilled labour. You should determine what you might like to study or major in at college. You might like to try some of these career assessment tests to help with this step. You will surely also get suggestions from family, friends, and high school teachers and guidance counsellors. You also have to consider the demand for a particular specialist in the labour market. Choosing a career where there are limited job opportunities can greatly increase the challenges you will face.

Text 8. How Not to Die at Your Job Interview

Today very few employers have time for long interviews. That is why first impressions about you are very important. If you want to get the job, prepare for the interview. Learn all you can about the company where you are seeking

employment. You can make a better impression if you are familiar with the company's plans and operations.

Arrive for the interview on time. When greeting the interviewer wait until he moves to shake hands. You should also wait until he offers you a seat. The way you dress is also very important. Choose clothing in which you'll be comfortable. Be neat. Your shoes should be well-cleaned and shined. If you are a woman try to be moderate in make-up and jewelry. Try to be relaxed and confident during the interview. Never interrupt the interviewers. Don't criticize your previous employers. No matter how bad they were. Speak about them with respect when you start explaining why you quit.

Text 9. Using the Internet

The Internet is completely changing the way we access information. This general source of news and knowledge has revolutionized the world of media beyond all recognition. Thanks to the internet we can find the most sophisticated pieces of information in a flash. It's no wonder that we tend to say that the world is getting smaller.

Because of this new communication channel we feel almost as if we are eye witnesses of events which take place in distant countries. And this is just the beginning of a great development. Nowadays, everybody feels the need to have access to the internet. Personally, I just can't imagine that there is any information we can't by virtue this medium.

I love to surf the internet for hours. How in the world would I get faster to the people I care for? In no way would I dream of depreciating the importance of telephones. Particularly as a woman I can sit for hours on the phone. Yet, the internet helps me to save time. I can talk with some friends via the Communicator, write emails to others while simultaneously browsing the world wide web.

The Internet is an infinite source of information on education and career opportunities. As a student I don't want to lag behind those who are well informed about the best job vacancies. It's the internet that gives me the means to select the most appropriate offers and get in touch with potential employers.

Instead of buying dozens of newspapers and trawling through them in search of some worthwhile information sandwiched between things I'm not really interested in, I find everything I need in no time at all. In addition I can practise and improve my English on the internet while I meet new people from different parts of the world.

The internet has become a vital part of my daily life and it's so much more to me than just another source of entertainment.

Список литературы

1. Байдикова, Н. Л. Английский язык для технических направлений (b1–b2) : учеб. пособие для СПО / Н. Л. Байдикова, Е. С. Давиденко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 171 с. — (Серия: Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10078-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/4F7F2062-C199-4E7D-ACBE-1AFD5DE7DA36.
2. Гуреев, В. А. Английский язык. Грамматика (b2): учебник и практикум для СПО / В. А. Гуреев. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 294 с. — (Серия: Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10481-3. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/8FD5C6F6-3A1F-40CE-BFF3-029E8E07CE42.
3. Буренко, Л. В. Грамматика английского языка. Grammarinlevelselementary – pre-intermediate : учеб. пособие для СПО / Л. В. Буренко, О. С. Тарасенко, Г. А. Краснощекова ; под общ. ред. Г. А. Краснощековой. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 227 с. — (Серия: Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9261-8. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/8D97F648-0CA4-4423-8A80-0BAB4A5D61B7.
4. Полубиченко, Л. В. Английский язык для колледжей (a2-b2): учеб. пособие для СПО / А. С. Изволенская, Е. Э. Кожарская; под ред. Л. В. Полубиченко. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 184 с. — (Серия: Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09287-5. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/87310770-8AD8-4497-942A-88A174F1D986.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»
Ивановский политехнический колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**для обучающихся к выполнению практических заданий
по учебной дисциплине**

МАТЕМАТИКА

Иваново 2021

Составители: преподаватель первой категории Иванова В.Г.
преподаватель математики Панкратова Е.Б.

Методические рекомендации по выполнению практических заданий предназначены для организации работы по учебной дисциплине Математика, которая является важной составной частью в системе подготовки квалифицированных рабочих, служащих среднего профессионального образования.

Методические рекомендации имеют практическую направленность и значимость.

Формируемые в процессе практических занятий умения могут быть использованы обучающимися в будущей профессиональной деятельности.

Теоретический материал, приведенный в каждой работе, дополняет и частично дублирует, читаемый на теоретических занятиях. Методические указания составлены на основе рабочей программы по учебной дисциплине общеобразовательного цикла «Математика».

Методические рекомендации предназначены для обучающихся средних профессиональных учебных заведений, изучающих учебную дисциплину «Математика» и могут использоваться на учебных занятиях.

Составители: преподаватель первой квалификационной категории Иванова В.Г., преподаватель Панкратова Е.Б.

Рецензент:

Т.А. Ковригина – преподаватель высшей квалификационной категории машиностроительного колледжа, г. Иваново

Содержание

1. Пояснительная записка _____	4
2. Методические рекомендации по выполнению практических заданий	4
3. Литература _____	45

1. Пояснительная записка

Практические задания служат связующим звеном между теорией и практикой, которые необходимы для закрепления теоретических знаний, полученных на уроках теоретического обучения, а так же для получения практических знаний.

Практические задания выполняются обучающимся с применением знаний и умений, полученных на лекциях и уроках, а так же с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя при выполнении практического задания.

Практические задания разработаны в соответствии с рабочей учебной программой «Математика».

Зачет по каждому практическому заданию получают после её выполнения, а также ответов на вопросы преподавателя, если таковые возникнут при проверке выполненного задания.

2. Методические рекомендации по выполнению практических заданий

Тема 1.1. Развитие понятия о числе.

Практическое задание №1.

Выполнение действий над натуральными, целыми, рациональными и действительными числами.

Цель: повторить правила действий над числами.

Натуральные числа - это числа, которые используются при счете: 1, 2, 3... и т.д. Ноль не является натуральным. Натуральные числа принято обозначать символом N . Два числа отличающиеся друг от друга только знаком, называются *противоположными*, например, +1 и -1, +5 и -5. Знак "+" обычно не пишут, но предполагают, что перед числом стоит "+". Такие числа называются *положительными*. Числа, перед которыми стоит знак "-", называются *отрицательными*. Натуральные числа, противоположные им и ноль называют целыми числами. Множество целых чисел обозначают символом Z .

Рациональные числа - это конечные дроби и бесконечные

периодические дроби. Например, $\frac{2}{5} = 0,4$; $\frac{1}{6} = 0,1(6)$ Множество рациональных чисел обозначается Q . Все целые числа являются рациональными.

Бесконечная непериодическая дробь называется иррациональным числом.

Например: $\pi = 3,1416\dots$; $e = 2,7183\dots$

Множество иррациональных чисел обозначается J . Множество всех рациональных и всех иррациональных чисел называется *множеством*

действительных (вещественных) чисел. Действительные числа обозначаются символом \mathbb{R} .

Задания

Вариант 1

1. Вычислите:

а) $3 \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{7} + \frac{15 \cdot 2}{8 \cdot 7}$ б) $(\frac{8}{11} - \frac{3}{22}) \cdot 44$; в) $(\frac{2 \cdot 3}{4} + \frac{4 \cdot 1}{8}) \cdot 1 \frac{5}{11}$; г) $6 \frac{1}{5} \cdot 4$.

2. Упростите выражение и найдите его значение при $a = \frac{7}{13}$

а) $\frac{5}{7}a + \frac{3}{14}a$.

3. Докажите, что значение выражения $4,8 + \frac{9}{14}x - 0,5x - \frac{1}{7}x$ не зависит от значения x .

4. Найдите значение выражения:

$$\frac{1}{6+2\sqrt{5}} + \frac{1}{6-2\sqrt{5}}$$

5. Расположите в порядке возрастания числа: $1,5$; $\frac{8}{5}$; $\frac{\pi}{2}$; $\sqrt{3}$; $\frac{1}{5}$

Вариант 2

1. Вычислите:

а) $9 \frac{3}{8} \cdot \frac{2 \cdot 5}{7} - \frac{2 \cdot 5}{7} \cdot \frac{7 \cdot 3}{8}$; б) $(\frac{3}{8} + \frac{5}{12}) \cdot 24$; в) $\frac{12}{5} \cdot (1 \frac{1}{14} - \frac{5}{7})$; г) $8 \frac{3}{28} \cdot 5$.

2. Упростите выражение и найдите его значение при $a = 4 \frac{2}{3}$

а) $\frac{5}{7}a + \frac{3}{14}a$.

3. Докажите, что значение выражения $4,8 + \frac{9}{14}x - 0,5x - \frac{1}{7}x$ не зависит от значения x .

4. Найдите значение выражения:

$$\frac{1}{4+2\sqrt{3}} + \frac{1}{4-2\sqrt{3}}$$

5. Расположите в порядке возрастания числа: $3,1$; $\frac{16}{5}$; π ; $\sqrt{10}$; $\frac{1}{5}$

Критерии оценки:

«5» - ставится за 5 верно решенных заданий;

«4» - ставится за 4 верно решенных задания;

«3» - ставится за 3 верно решенных задания;

«2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы

Практическое задание №2

Вычисление и сравнение корней.

Цель: закрепить полученные знания по теме в процессе решения задач.

Вычисление и сравнение корней. Свойства корней степени n : если $a \geq 0$, $b \geq$

0 , $c > 0$, $m \in \mathbb{N}$, $n \in \mathbb{N}$, $m \geq 2$, $n \geq 2$, то: $\sqrt[n]{a^n} = a$; $(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m}$;

$$\sqrt[n]{a \cdot b} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b}; \quad \sqrt[nm]{a^m} = \sqrt[n]{a}; \quad \sqrt[n]{\frac{a}{c}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{c}} \quad \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[nm]{a}$$

Пример: 1) Вычислите: ${}^4\sqrt{5} \cdot ({}^4\sqrt{2000} - {}^4\sqrt{125}) = {}^4\sqrt{5} \cdot {}^4\sqrt{2000} - {}^4\sqrt{5} \cdot {}^4\sqrt{125} = {}^4\sqrt{10000} - {}^4\sqrt{625} = {}^4\sqrt{10^4} - {}^4\sqrt{5^4} = 10 - 5 = 5$

Задания

	Вариант 1	Вариант 2
1	$\frac{\sqrt{0,25} + 3 \cdot \sqrt[3]{\frac{8}{27}}}{2,5}$	$\frac{-6\sqrt{\frac{1}{4}} + \sqrt{\frac{324}{2}}}{9}$
2	$29 \cdot \sqrt[4]{16} - 15$	$7 - 3\sqrt[6]{64}$
3	$2\sqrt[3]{125} - 0,9^0$	$\sqrt{125 \cdot 5} - \sqrt[3]{216}$
4	$3\sqrt[3]{125^2} - 0,25$	$3\sqrt[3]{8^5} - 0,32$
5	$100 - \sqrt[3]{343^2}$	$\sqrt[3]{-4 \frac{17}{27}}$
6	$\sqrt{25 \div 0,04} \cdot \sqrt[3]{27 \div 125}$	$\frac{1}{\sqrt{25 \cdot 0,09} \cdot \sqrt[3]{125 \cdot 0,027 \cdot 64}}$
7	$\frac{\sqrt[3]{216 \cdot 0,125}}{\sqrt[5]{243}}$	$\sqrt[3]{\frac{343}{8}} \cdot \frac{27}{125}$
8	$\frac{\sqrt[3]{54} \cdot \sqrt{16}}{\sqrt[3]{250}}$	$\frac{\sqrt[4]{32}}{\sqrt[4]{64} \cdot \sqrt[4]{4}}$
9	$\frac{\sqrt[4]{32} \cdot \sqrt[4]{81}}{\sqrt[4]{162}}$	$\frac{\sqrt[3]{27} \cdot \sqrt[3]{375}}{\sqrt[3]{81}}$
10	$\sqrt[4]{7} + 4\sqrt{3} \cdot \sqrt{2} - \sqrt{3}$	$\sqrt[4]{6} - 2\sqrt{5} \cdot \sqrt[4]{6} + 2\sqrt{5}$

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 5 верно решенных заданий;
- «4» - ставится за 4 верно решенных задания;
- «3» - ставится за 3 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы

Практическое задание №3

Решение задач на свойства степени

Цель: способствовать закреплению навыков работы со степенями с рациональными показателями.

Свойства степени с рациональным показателем.

1. $a^k = a \cdot a \cdot a \dots a$ (k раз)
2. $a^0 = 1$; $a^1 = a$

3. $a^k \cdot a^T = a^{k+T}$

4. $\frac{a^k}{a^T} = a^{k-T}$

5. $(a \cdot b)^k = a^k \cdot b^k$

6. $(a^k)^T = a^{k \cdot T}$

7. $\left(\frac{a}{b}\right)^k = \frac{a^k}{b^k}$

Примеры.

1. $8^{-1} = \frac{1}{8}$; $5^{-3} = \frac{1}{5^3} = \frac{1}{125}$; $(-3)^{-2} = \frac{1}{(-3)^2} = \frac{1}{9}$

2. $25^{\frac{1}{2}} = \sqrt{25} = 5$; $2^{-\frac{3}{5}} = \sqrt[5]{2^{-3}} = \sqrt[5]{\frac{1}{8}}$; $\sqrt[k]{a} = a^{\frac{1}{k}}$

3. $B^{\frac{2}{3}} \cdot B^{\frac{1}{2}} = B^{\frac{2}{3} + \frac{1}{2}} = B^{\frac{7}{6}}$

4. $\left(\frac{16}{0,0625}\right)^{-\frac{1}{4}} = \left(\frac{0,0625}{16}\right)^{\frac{1}{4}} = \frac{0,0625^{\frac{1}{4}}}{16^{\frac{1}{4}}} = \frac{(0,5^4)^{\frac{1}{4}}}{(2^4)^{\frac{1}{4}}} = \frac{0,5^{\frac{4 \cdot \frac{1}{4}}}}{2^{\frac{4 \cdot \frac{1}{4}}}}} = \frac{0,5}{2} = 0,25$

5. $\frac{\sqrt[7]{128} \cdot \sqrt[5]{32}}{\sqrt[8]{1} \cdot \sqrt[6]{64}} = \frac{\sqrt[7]{2^7 \cdot 2} \cdot \sqrt[5]{2^5}}{\sqrt[9]{2^3} \cdot \sqrt[4]{4^3}} = \frac{2^{\frac{7}{7} + \frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{5}{5}}}{2^{\frac{3}{9}} \cdot 2^{\frac{3}{4}}} = \frac{2^{\frac{7}{5} + 1}}{2^{\frac{3}{3} + \frac{3}{4}}} = \frac{2^{\frac{12}{5}}}{2^{\frac{13}{4}}} = \frac{2^{\frac{48}{20}}}{2^{\frac{65}{20}}} = \frac{1}{2^{\frac{17}{20}}}$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. $2^{-5} : (2^3 : 2^6)$	1. $\frac{(-2)^8 \cdot 5^3}{5^4 \cdot 2^{10} \cdot 10}$
2. $\left(\frac{x^4}{x^3 \cdot x^2}\right)^{-2} \cdot \frac{x^3 \cdot x^2}{1 \cdot x^3}$	2. $(0,2x^{-3}y^{-2})^2 \cdot \left(\frac{x^{-2}}{2y^3}\right)^{-2}$
3. $(4^{-1})^2 2^5 \left(\frac{1}{16}\right)^{1 \cdot x^3} (8^{-2})^5 \cdot (64^2)^3$	3. $(-2\frac{1}{2})^3 : 0,25^2 \cdot ((-5)^{-2})^2$
4. $\left(-\frac{7x^2}{3y^4}\right)^{-3} \cdot \left(\frac{9y^2}{49x^4}\right)^{-2}$	4. $\left(\frac{x^5}{y^2}\right)^{-2} : \left(\frac{x^3}{3y^7}\right)^{-2}$
5. $(\frac{1}{2} \cdot x^{-1} \cdot y^3)^{-3} : (x^{-2} \cdot y^{-8})$	5. $(\frac{1}{6}x^{-7}y^3)^{-2} \cdot \left(\frac{x^2}{y^2}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{2x^4}{y^3}\right)^{-4}$

Критерии оценки:

«5» - ставится за 5 верно решенных заданий;

«4» - ставится за 4 верно решенных задания;

«3» - ставится за 3 верно решенных задания;

«2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы

Практическое задание №4

Степени с рациональным показателем.

Цель: способствовать закреплению навыков решения выражений содержащих степени с рациональным показателем.

Свойства степени с рациональным показателем.

1. $a^k = a \cdot a \cdot a \dots a$ (k раз) 2. $a^0 = 1$; $a^1 = a$ 3. $a^k \cdot a^T = a^{k+T}$

$$4. \frac{a^k}{a^r} = a^{k-r} \quad 5. (a \cdot b)^k = a^k \cdot b^k \quad 6. (a^k)^r = a^{k \cdot r}$$

$$7. \left(\frac{a}{b}\right)^k = \frac{a^k}{b^k}$$

Примеры.

$$1. 8^{-1} = \frac{1}{8}; \quad 5^{-3} = \frac{1}{5^3} = \frac{1}{125}; \quad -3^{-2} = \frac{1}{(-3)^2} = \frac{1}{9}$$

$$2. 25^{\frac{1}{2}} = \sqrt{25} = 5; \quad 2^{-\frac{3}{5}} = \sqrt[5]{2^{-3}} = \sqrt[5]{\frac{1}{8}}; \quad \sqrt[k]{a} = a^{\frac{1}{k}}$$

$$3. b_2^2 \cdot b_2^1 = b_2^{2+1} = b_2^3$$

$$4. \left(\frac{16}{0,0625}\right)^{-\frac{1}{4}} = \left(\frac{0,0625}{16}\right)^{\frac{1}{4}} = \frac{0,0625^{\frac{1}{4}}}{16^{\frac{1}{4}}} = \frac{(0,5^4)^{\frac{1}{4}}}{(2^4)^{\frac{1}{4}}} = \frac{0,5^{\frac{4 \cdot \frac{1}{4}}}}{2^{\frac{4 \cdot \frac{1}{4}}}}} = \frac{0,5}{2} = 0,25$$

$$5. \frac{\sqrt[7]{128} \cdot \sqrt[5]{32}}{\sqrt[8]{1} \cdot \sqrt[4]{64}} = \frac{\sqrt[7]{2^7} \cdot \sqrt[5]{2^5}}{\sqrt[8]{2^8} \cdot \sqrt[4]{4^3}} = \frac{2^{\frac{7}{7}} \cdot 2^{\frac{5}{5}}}{2^{\frac{8}{8}} \cdot 2^{\frac{3 \cdot 2}{4}}} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 2^{\frac{3}{2}}} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 2} = 1$$

Задания

1 вариант	2 вариант
1. $6^{-\frac{7}{3}} : 6^{\frac{2}{3}}$	1. $5^{-\frac{2}{7}} : 6^{\frac{12}{7}}$
2. $\frac{5^{4,5} \cdot 5^{-2}}{5^{-1,5}}$	2. $\frac{3^{2,6}}{3^{-1,9} \cdot 3^{0,5}}$
3. $\frac{5^{\frac{1}{2}} \cdot 5^3}{5^{\frac{3}{4}}}$	3. $\frac{9m^2 \cdot m^{\frac{3}{2}}}{m^{-3}}$
4. $(a^4)^{\frac{1}{3}} \cdot 8\sqrt{a}$	4. $(x^6)^{\frac{5}{3}} \cdot \sqrt[4]{x^3}$
5. $(\sqrt[3]{4} \cdot 2^{\frac{5}{3}})^6$	5. $(\sqrt[5]{27} \cdot 2^{0,2})^{10}$
6. $2b^{\frac{2}{7}} : (0,2b^{\frac{3}{7}})$	6. $7c^{\frac{5}{6}} - 2(c^{\frac{1}{6}})^5$
7. $(125^{\frac{7}{15}})^{\frac{15}{21}} + (8^{15})^{\frac{15}{21}}$	7. $(\frac{125}{16})^{\frac{1}{4}} \cdot (\frac{256}{25})^{\frac{1}{8}}$
8. $(8^{\frac{1}{2}} \cdot 27^{\frac{1}{2}} \cdot 64^{\frac{1}{2}})^{\frac{3}{5}} - ((128^{\frac{1}{5}})^{\frac{5}{7}})$	8. $(3\sqrt[3]{3^3} + \frac{2}{\sqrt{2}}) \cdot (0,5^{-\frac{1}{2}} - 3^{\frac{1}{2}})$
9. $(\frac{9}{4})^{\frac{2}{3}} \cdot (\frac{4}{81})^{\frac{2}{3}}$	9. $48^{\frac{2}{5}} \cdot (\frac{4}{9})^{\frac{1}{5}}$
10. $\sqrt[6]{(\frac{1}{3})^4} \cdot 12^6$	10. $\sqrt[4]{27^4} \cdot (\frac{1}{9})^4 \cdot (0,5)^4$

Критерии оценки:

«5» - ставится за 9-10 верно решенных заданий;

«4» - ставится за 7-8 верно решенных задания;

«3» - ставится за 5-6 верно решенных задания;

«2» - если решено менее 5 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы Практическое задание №5

Решение показательных уравнений и неравенств

Цель: способствовать закреплению навыков решения показательных уравнений и неравенств.

Определение: показательными называются уравнения и неравенства, содержащие переменную в показателе степени.

Примеры.

1) $2^{5x} - 2^{4x} - 2^{3x} + 2^{2x} + 2^x - 1 = 0$ (разложение на множители)

$$2^{4x} \cdot (2^x - 1) - 2^{2x} \cdot (2^x - 1) + (2^x - 1) = 0;$$

$(2^{4x} - 2^{2x} + 1) = 0$ или $2^x - 1 = 0, 2^x = 1, 2^x = 2^0, x = 0$

пусть $2^{2x} = t, t > 0,$

$t^2 - t + 1 = 0; D = -3 < 0,$ корней нет.

Ответ: 0

2) $3^x > 3^y \Leftrightarrow x > y,$ т.к. основание $a = 3 > 1$

3) $\left(\frac{1}{3}\right)^x > \left(\frac{1}{3}\right)^y \Leftrightarrow x < y,$ т.к. основание $a = \frac{1}{3} < 1;$

4) $2^x < \frac{1}{8}, 2^x < 2^{-3}, x < -3,$ т.к. основание $a = 2 > 1$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. $\left(\frac{5}{3}\right)^x = 1$	1. $\left(\frac{1}{7}\right)^x = 1$
2. $3^{x+2} - 3^x = 216$	2. $25^x - 6 \cdot 5^x + 5 = 0$
3. $2^{x+3} - 2^x = 56$	3. $2^{x+3} + 2^{x+2} = 48$
4. $3 \cdot 4^x + 2 \cdot 9^x = 5 \cdot 6^x$	4. $6 \cdot 9^x + 7 \cdot 4^x - 13 \cdot 6^x = 0$
5. $0,4^{x^2-x-20} < 1$	5. $\left(\frac{1}{3}\right)^{2x-x^2+8} > 1$
6. $25^x + 5 \leq 6 \cdot 5^x$	6. $2^{x+1} + 4^x < 8$
7. $0,2^{\frac{2x-7}{x+2}} \geq 25$	7. $\left(\frac{1}{2}\right)^{x^2-3x} \leq 16^{-1}$
8. $\left(\frac{1}{5}\right)^{x^2-5x} \geq 25^x$	8. $16^{x-2} \geq 2^x \cdot \left(\frac{1}{32}\right)$
9. $(x+2)^{x^2-8x+15} < 1$	9. $(x-2)^{x^2-5x} < 1$
10. $(\operatorname{tg} \pi/3)^{x-1} < 9^{-0,5}$	10. $(\cos \pi/3)^{x-0,5} > \sqrt{2}$

Критерии оценки:

«5» - ставится за 9-10 верно решенных заданий;

«4» - ставится за 7-8 верно решенных задания;

«3» - ставится за 5-6 верно решенных задания;

«2» - если решено менее 5 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы

Практическое задание №6

Нахождение значений логарифмов.

Цель: способствовать закреплению навыков вычисления логарифмов.

Определение: Логарифмом положительного числа b по основанию a называется показатель степени, в которую надо возвести a , чтобы получить b .

$$\log_a b = k \Leftrightarrow a^k = b.$$

Свойства логарифмов. $\log_a x \cdot y = \log_a x + \log_a y$; $\lg_a \frac{x}{y} =$

$$\log_a x - \log_a y; \quad \lg_{a^k} b = \frac{1}{k} \cdot \log_a b;$$

$$\log_{a^k} b^m = \frac{m}{k} \cdot \log_a b; \quad \lg_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

($a > 0$, $a \neq 1$, $b > 0$, $b \neq 1$). **Основное логарифмическое тождество:**
 $a^{\log_a b} = b$

Примеры.

1) Упростите выражение: $36^{\frac{1}{2} - \log_6 5} + 2^{-\log_2 10} = 36^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{36^{\log_6 5}} + \frac{1}{2^{\log_2 10}} =$
 $\sqrt{36} \cdot \frac{1}{(6^{\log_6 5})^2} + \frac{1}{10} = 6 \cdot \frac{1}{25} + 0,1 = 0,24 + 0,1 = 0,34;$

2) Найдите значение выражения: $(2 \cdot \log_{12} 2 + \log_{12} 3) \cdot (2 \cdot \log_{12} 6 - \log_{12} 3) =$
 $\log_{12} 2 + \log_{12} 2 + \log_{12} 3 = \log_{12} 24 + \log_{12} 3 = \log_{12} 24 \cdot 3 = \log_{12} 72 = \log_{12} 12 \cdot \log_{12} 6 =$
 $1 \cdot 1 = 1;$

3) На сколько сумма чисел $\log_2 5$ и $\log_2 20$ больше числа $\log_2(5 + 20)$?

Решение: $(\log_2 5 + \log_2 20) - \log_2(5 + 20) = \log_2(5 \cdot 20) - \log_2 25 =$
 $\log_2 100 - \log_2 25 = \log_2(100:25) = \log_2 4 = 2.$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. $\frac{52}{5^{\log_5 4}}$	1. $\frac{18}{3^{\log_3 2}}$
2. $\log_{\frac{1}{22}} \sqrt{22}$	2. $\log_{\frac{1}{20}} \sqrt{20}$
3. $30 \log_6 \sqrt[6]{6}$	3. $511 \log_7 \sqrt[3]{7}$
4. $7^{\log_{49} 16}$	4. $3^{\log_9 36}$

5.	$\log_{16} \log_3 81.$	5.	$\log_3 7 \cdot \log_7 81.$
6.	$25^{\log_5 \sqrt{17}}.$	6.	$14 \cdot 10^{\log_{10} 7}.$
7.	$36^{\log_6 \sqrt{7}}.$	7.	$25^{\log_5 \sqrt{18}}.$
8.	$\frac{\log_9 \sqrt{22}}{\log_9 22}.$	8.	$\frac{\log_5 \sqrt{11}}{\log_5 11}.$
9.	$\frac{18}{8^{\log_8 3}}.$	9.	$\log_{\frac{1}{17}} \sqrt{17}.$
10.	$\log_{16} \log_5 25.$	10.	$\log_7 13 \cdot \log_{13} 49.$

Критерии оценки:

Оценка «5» ставится за 9-10 верно выполненных заданий;

«4» - ставится за 7-8 верно выполненных заданий;

«3» - за 5-6 верно выполненных задания;

«2» - менее выполненных 5 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы

Практическое задание № 7

Решение задач на свойства логарифмов.

Цель: способствовать закреплению навыков вычисления логарифмов.

Задания

Вариант 1	Вариант 2
Вычислите:	Вычислите:
1. $2^{\log_4 25}$	1. $36^{\log_6 \sqrt{5}}$
2. $\log_{\frac{1}{4} 2} + \log_4 32$	2. $\log_3 15 - \log_{\frac{15}{3} 27}$
3. $27^{\log_3 6}$	3. $81^{\log_3 5}$
4. $\log_5 16 : \log_5 8$	4. $\log_2 125 : \log_2 25$
5. $49^{1-\log_7 2} - 5^{-\log_5 4}$	5. $\log_{\sqrt{3}} \log_9 729$
6. $36^{\log_6 5} + 10^{1-\lg 2} - 3^{\log_9 36}$	6. $81^{0,25-\frac{1}{2}\log_9 4} \cdot 49^{\log_7 2}$
7. Найти x , если $\lg x = \frac{1}{2} \lg m + 5 \lg p - 3 \lg n$	7. Найти x , если $2 \lg x = 3 \lg m + 5 \lg p - 4 \lg s$
8. Дано: $\log_{12} 18 = n$ Найти: $\log_8 9$	8. Дано: $\lg 2 = p, \log_2 7 = g$

		Найти: $\lg 56$
9.	$\frac{\lg 8 + \lg 18}{2 \lg 2 + \lg 3}$	9. $2 \log_{0,3} 3 - 2 \log_{0,3} 10$
10.	$(2 \log_{12} 2 + \log_{12} 3) \cdot (2 \log_{12} 6 - \log_{12} 3)$	10. $\frac{3 \lg 2 + 3 \lg 5}{\lg 13 - \lg 130}$

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 9-10 верно выполненных заданий;
- «4» - ставится за 7-8 верно выполненных задания;
- «3» - за 5-6 верно выполненных задания;
- «2» - за менее 5 заданий.

Тема 1.2. Корни, степени и логарифмы

Практическое задание № 8

Решение логарифмических уравнений и неравенств.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков решения логарифмических уравнений и неравенств.

Пояснения:

Определение: Логарифмом положительного числа b по основанию a ($a > 0, a \neq 1, b > 0$) называется показатель степени, в которую надо возвести a , чтобы получить b . $\log_a b = k \Leftrightarrow a^k = b$.

Свойства логарифмов. $\log_a x \cdot y = \log_a x + \log_a y$; $\log_a \frac{x}{y} = \log_a x - \log_a y$; $\log_{a^k} b = \frac{1}{k} \cdot \log_a b$; $\log_{a^k} b^m = \frac{m}{k} \cdot \log_a b$; $\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$ ($a > 0, a \neq 1, b > 0, b \neq 1$). Основное логарифмическое тождество: $a^{\log_a b} = b$

Примеры. 1) Решите уравнение: $(\log_5 x)^2 - \log_5 x = 0$. Решение: $(\log_5 x)^2 - \log_5 x = 0$; $\log_5 x \cdot (\log_5 x - 1) = 0$; $\begin{cases} \log_5 x = 0 \\ \log_5 x - 1 = 0 \end{cases}$; $\begin{cases} x = 5^0 \\ x = 5^1 \end{cases}$; $\begin{cases} x = 1 \\ x = 5 \end{cases}$ ответ: 1; 5

2) Решите неравенство: $(\log_3 x)^2 - 2 \log_3 x - 3 \leq 0$ Решение: Обозначив $\log_3 x = t$, приходим к неравенству $t^2 - 2t - 3 \leq 0$, $1 \leq t \leq 3 \Leftrightarrow -1 \leq \log_3 x \leq 3 \Leftrightarrow \log_3 3^{-1} \leq \log_3 x \leq \log_3 3^3 \Leftrightarrow \frac{1}{3} \leq x \leq 27$ Ответ: $[\frac{1}{3}; 27]$

Задания

Вариант 1

1. Решите уравнение:
 - а) $\log_{\frac{1}{2}}(3x - 5) = -1$
 - б) $\log_{\frac{1}{2}}(3x - 5) = \log_{\frac{1}{2}}(x^2 - 3)$
 - в) $\log_2(x^2 - 3x) = 2$
 - г) $\log_2 x + \log_2(x - 3) = 2$
 - д) $\lg^2 x - 2 \lg x - 3 = 0$
2. Решите неравенство:

Вариант 2

1. Решите уравнение:
 - а) $\log_{\frac{1}{3}}(4x + 5) = -1$
 - б) $\log_{\frac{1}{3}}(4x + 5) = \log_{\frac{1}{3}}(x^2 + 8x)$
 - в) $\log_3(x^2 - 8x) = 2$
 - г) $\log_5 x + \log_5(x - 4) = 1$
 - д) $\lg^2 x - 3 \lg x - 4 = 0$
2. Решите неравенство:

$$a) \log_4(2x - 1) \geq \frac{1}{2}$$

$$б) \log_{\frac{1}{2}}(2x - 1) > -1$$

$$в) \log^2 x - 3 \log_2 x - 4 < 0$$

$$г) \log_3(5x - 1) > \log_3(2 - 3x)$$

3. Решите систему уравнений:

$$\begin{cases} \log_2(x + y) = 1 \\ \log_3(x - y) = 2 \end{cases}$$

$$a) \log_9(3x - 4) > \frac{1}{2}$$

$$б) \log_{\frac{1}{3}}(3x - 4) \geq -1$$

$$в) \log_3^2 x + 2 \log_3 x - 3 < 0$$

$$г) \log_4(5x + 1) > \log_4(3 - 4x)$$

3. Решите систему уравнений:

$$\begin{cases} \log_3(x + 2y) = 2 \\ \log_4(x - 2y) = 3 \end{cases}$$

Критерии оценки: «5» - ставится за 9-10 верно выполненных заданий;

«4» - ставится за 7-8 верно выполненных заданий;

«3» - за 5-6 верно выполненных заданий;

«2» - менее пяти заданий.

Раздел 2. ГЕОМЕТРИЯ

Тема 2.1. Прямые и плоскости в пространстве

Практическое задание № 9

Параллельность прямых и плоскостей

Цель: закрепление знаний, отработка навыков применения параллельности прямых и плоскостей при решении задач.

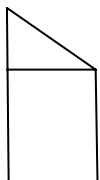
Пояснения:

Определение 1. Две прямые в пространстве называются параллельными, если они лежат в одной плоскости и не имеют общих точек

Определение 2. Прямая и плоскость в пространстве называются параллельными, если они не имеют общих точек.

Определение 3. Две плоскости называются параллельными, если они не имеют общих точек.

Пример: Концы данного отрезка длиной 125 см отстоят от плоскости на 100 см и 56 см. Найти длину его проекции.

	<p>Решение: Искомая длина проекции равна двум параллельным сторонам прямоугольника и одновременно нижнему катету прямоугольного треугольника. Из прямоугольного треугольника по теореме Пифагора найдём этот катет. $c^2 = a^2 + b^2$, $b^2 = c^2 - a^2$, $b^2 = 125^2 - 44^2 = (125 - 44) \cdot (125 + 44) = 81 \cdot 169$, (второй катет равен $100 - 56 = 44$). $b = \sqrt{81 \cdot 169} = 9 \cdot 13 = 117$ см. Ответ: 117 см</p>
---	--

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Сделать схематический $A \cap a, a \in \alpha, A \in \beta$	рисунок: $a \in \alpha, v \in \beta$
2. Каким может быть взаимное расположение прямых в пространстве? Дать соответствующие определения и обозначения, прямой и плоскости в пространстве показать на чертежах.	

3. Через сторону правильного шестиугольника проведена плоскость. Указать положение других сторон шестиугольника относительно плоскости.	3. Сколько пар скрещивающихся ребер имеется в треугольной пирамиде ABCD ?
4. Построить прямую, параллельную двум данным плоскостям.	4. Прямая ρ пересекает плоскость α в точке A. Существует ли плоскость, проходящая через прямую ρ и параллельная плоскости α ?
5. Каким может быть взаимное расположение плоскостей α и β , если прямая $b \in \alpha$, $b \notin \beta$?	5. На чертеже куба указать пары параллельных и пересекающихся плоскостей.
6. Концы данного отрезка длиной 125 см отстоят от плоскости на 100 см и 56 см. Найти длину его проекции.	
7. Параллельные прямые AB и CD лежат в плоскости M на расстоянии 28 см одна от другой; EK – внешняя прямая, параллельная AB и удаленная от AB на 17 см, а от плоскости M на 15 см. Найти расстояние между EK и CD.	
8. Расстояние между двумя параллельными плоскостями равно 8 дм. Отрезок длиной 10 дм своими концами упирается в эти плоскости. Определить проекции отрезка на каждую плоскость.	

Критерии оценки:

- «5» ставится за 8 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 6-7 верно решенных заданий;
- «3» ставится за 4-5 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 4 заданий.

Тема 2.1. Прямые и плоскости в пространстве Практическое задание № 10

Перпендикулярность прямых и плоскостей

Цель: закрепление знаний, отработка навыков применения перпендикулярности прямых и плоскостей при решении задач.

Пояснения к работе:

Определение 1. Две прямые в пространстве называются перпендикулярными, если они лежат в одной плоскости и имеют общую точку.

Определение 2. Прямая в пространстве называется перпендикулярной плоскости, если она перпендикулярна любой прямой, лежащей в этой плоскости и проходящей через точку пересечения

Определение 3. Две плоскости называются перпендикулярными, если третья плоскость, проведенная перпендикулярно их линии пересечения, пересекает их по перпендикулярным прямым

Пример: Из данной точки проведены к данной плоскости две наклонные, равные каждая 2 см; угол между ними равен

60° , угол между их проекциями – прямой. Найти расстояние данной точки от плоскости.

Решение. Треугольник, в который входят обе наклонные - равносторонний, все углы равны по 60° , все стороны равны по 2 см. Но если равны наклонные, то равны и их проекции. Тогда из треугольника, лежащего в плоскости, по теореме Пифагора находим его катеты: $2^2 = a^2 + a^2$, $4 = 2 \cdot a^2$, $a^2 = 2$. Из треугольника (перпендикуляр – наклонная – проекция) находим перпендикуляр: $b^2 = 2^2 - (\sqrt{2})^2$, $b^2 = 4 - 2 = 2$, $b = \sqrt{2}$.

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Дано: $MN \perp BC$, $BC \parallel AD$. Будет ли прямая $MN \perp AD$? $MN \perp AB$? $MN \perp CD$?	1. Дано: $AO \perp \alpha$, $O \in \alpha$, $\angle ACO = 60^\circ$, $OC = 3$ см. Найти: $ AC $, $ AO $
2. Дано: точка В, прямая s , $B \notin s$. Провести через точку В плоскость α , перпендикулярную прямой s .	2. Дано: $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ - куб. Доказать, что $BD \perp (AA_1 C_1 C)$.
3. Дано: $AB \perp \alpha$, $C \in \alpha$, $D \in \alpha$, $B \in \alpha$, $AB = 10$ см, $\angle CAB = 60^\circ$, $\angle DAB = 30^\circ$. Найти: $ AC $, $ AD $	3. Дано: $AB \perp \alpha$, $C \in \alpha$, $D \in \alpha$, $B \in \alpha$, $AB = 20$ см, $\angle CAB = 45^\circ$, $\angle DAB = 60^\circ$. Найти: $ AC $, $ AD $
4. Из некоторой точки, находящейся на расстоянии 6 см от плоскости, проведена к ней наклонная, равная 10 см. Найдите ее проекцию на данную плоскость.	4. Из некоторой точки проведены к данной плоскости перпендикуляр, длина которого равна 5 см и наклонная. Угол между ними равен 45° . Найдите длину наклонной.
5. Из некоторой точки пространства проведены к плоскости две наклонные длиной 20 см и 15 см, длина проекции первой наклонной на плоскость равна 16 см. Найдите длину проекции второй наклонной.	5. Из данной точки проведены к данной плоскости две наклонные, равные каждая 2 см. Угол между ними равен 60° , а угол между их проекциями - прямой. Найдите расстояние от данной точки до плоскости.
6. Провести плоскость, проходящую через концы трех ребер куба, выходящих из одной вершины. Ребро куба равно 2. Вычислить площадь сечения.	6. Ребра прямоугольного параллелепипеда равны 3 см, 4 см и 7 см. Определить площадь сечения, проведенного через концы трех ребер, выходящих из одной вершины.

Критерии оценки: «5» ставится за 6 верно решенных заданий;

«4» ставится за 5 верно решенных задания;

«3» ставится за 3-4 верно решенных задания;

«2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 4.1. Координаты и векторы.

Практическое задание № 11
Тема: Действия над векторами.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков выполнения действий над векторами.

Пояснения:

Основные формулы:

$$|\vec{AB}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad |\vec{AB}| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2};$$

$$\vec{a} \parallel \vec{b}, \text{ если } \frac{x_1}{x_2} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{z_1}{z_2}; \quad \vec{a} \perp \vec{b}, \text{ если } \vec{a} \cdot \vec{b} = 0; \quad \vec{a} \cdot \vec{b} = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2;$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \varphi; \quad \cos \varphi = \frac{x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2} \cdot \sqrt{x_2^2 + y_2^2 + z_2^2}};$$

$$\vec{a} \pm \vec{b} = (x_1 \pm x_2; y_1 \pm y_2; z_1 \pm z_2); \quad m \cdot \vec{a} = (m \cdot x_1; m \cdot y_1; m \cdot z_1);$$

Пример: 1) Дано: $\vec{a} = 2\vec{i} - 4\vec{j} + 8\vec{k}, \vec{b} = 5\vec{i} - \vec{j} + 7\vec{k}$. Найти: $\vec{a} \cdot \vec{b} = c \rightarrow$ и $|c \rightarrow|$

Решение: $\vec{a} = (2; -4; 8), \vec{b} = (5; -1; 7), \quad \vec{a} \cdot \vec{b} = c \rightarrow = 2 \cdot 5 + (-4) \cdot (-1) + 8 \cdot 7 = 14 + 56 = 70.$

2) Коллинеарны ли векторы $\vec{m} = \vec{i} - 3\vec{j} + \vec{k}, \vec{b} = 2\vec{i} - 6\vec{j} + 5\vec{k}$? Ответ: Нет, т. к. $\vec{b} \neq k \cdot \vec{m}$

3) Найти угол между векторами $\vec{p} = 5\vec{i}; \vec{q} = -\sqrt{3}\vec{i} + \vec{k}$. Решение:
 $\vec{p} = (5; 0; 0), \vec{q} = (-\sqrt{3}; 0; 1), \cos \varphi = \frac{5 \cdot (-\sqrt{3}) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1}{\sqrt{25 + 0 + 0} \cdot \sqrt{(-\sqrt{3})^2 + 0 + 1}} = \frac{-5\sqrt{3}}{5 \cdot 2} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Дано: ΔABC , $A(2; 3; 1), B(-1; -3; -2), C(-7; 5; 3)$ Найти: а) координаты $\vec{AB}, \vec{BC}, \vec{AC}$ б) длину вектора \vec{AB} в) сумму и разность векторов \vec{B} и \vec{A} г) $3 \cdot \vec{AB} - 0,5 \cdot \vec{BC}$ д) периметр ΔABC	1. Дано: ΔABC , $A(1; 2; 3), B(7; -1; -3), C(5; 3; 7)$ Найти: а) координаты $\vec{AB}, \vec{BC}, \vec{AC}$ б) длину вектора \vec{AB} в) сумму и разность векторов \vec{B} и \vec{A} г) $5\vec{AB} + 3\vec{BC}$ д) периметр ΔABC
2. Определить коллинеарность $\vec{m} = (-1; 3), \vec{n} = (5; -2),$ $\vec{p} = (3; -9)$	векторов: $\vec{q} = (10; -4), \vec{r} = (7; 1)$
3. На оси OX найти точку, равноудаленную от точек A $(2; -4; 5)$ и B $(-3; 2; 7)$	3. На оси OZ найти точку, равноудаленную от точек $M_1(2; 4; 7)$ и $M_2(-3; 2; -5)$
4. Найти угол $\vec{a} = (6; -2)$ и $\vec{b} = (9; -12)$	между векторами: $\vec{a} = (-2; 3)$ и $\vec{b} = (4; -1)$
5. Найти точку, делящую отрезок между точками A $(-2; 3)$ и B $(4; 6)$ в	5. Серединой отрезка является точка $(-1; 2)$ и одним из его концов точка

отношении 2 : 3	(2;5). Найти координаты второго конца отрезка.
-----------------	--

Критерии оценки:

- «5» ставится за 5 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 4 верно решенных задания;
- «3» ставится за 3 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Раздел 6 Основы тригонометрии
Тема 6.1. Основные тригонометрические тождества
Практическое задание № 12
Использование формул приведения для преобразования тригонометрических выражений.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков работы с формулами приведения.

Таблица формул приведения.

Функция	Аргументы			
	$\varphi = \frac{\pi}{2} \pm \alpha$	$\varphi = \pi \pm \alpha$	$\varphi = \frac{3\pi}{2} \pm \alpha$	$\varphi = 2\pi \pm \alpha$
$\sin \varphi$	$\cos \alpha$	$+\sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$-\sin \alpha$
$\cos \varphi$	$+\sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$+\sin \alpha$	$\cos \alpha$
$\operatorname{tg} \varphi$	$+\operatorname{ctg} \alpha$	$+\operatorname{tg} \alpha$	$+\operatorname{ctg} \alpha$	$-\operatorname{tg} \alpha$
$\operatorname{ctg} \varphi$	$+\operatorname{tg} \alpha$	$+\operatorname{ctg} \alpha$	$+\operatorname{tg} \alpha$	$-\operatorname{ctg} \alpha$

Пример 1. Найдите значение $\sin \frac{8\pi}{3}$

Решение. $\sin \frac{8\pi}{3} = \sin(2\pi + \frac{2\pi}{3}) = \sin \frac{2\pi}{3} = \sin(\pi - \frac{\pi}{3}) = \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

Пример 2.
$$\frac{\operatorname{ctg}(\frac{\pi}{2}-a) - \operatorname{tg}(\pi+a) + \sin(\frac{3\pi}{2}-a)}{\cos(\pi+a)} = \frac{\operatorname{tg} a - \operatorname{tg} a}{-\cos a} = \frac{\cos a}{\cos a} = 1$$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Перевод градусной меры в радианную и радианной в градусную а) $30^\circ =$ б) $\frac{2\pi}{3} =$ в) $2 \text{ рад.} =$ г) Найдите градусную и радианную величину центрального угла шага зубчатого колеса, имеющего 72 зуба.	Перевод градусной меры в радианную и радианной в градусную а) $12^\circ =$ б) $\frac{7\pi}{20} =$ в) $3 \text{ рад.} =$ г) Окружность морских компасов делится на 32 равные дуги, называемые румбами. Вычислите градусную и радианную меры румба.
2. Установите знаки значений а) $\sin 150^\circ, \cos 150^\circ, \operatorname{tg} 150^\circ, \operatorname{ctg} 150^\circ$	тригонометрических функций: а) $\sin 190^\circ, \cos 190^\circ, \operatorname{tg} 190^\circ, \operatorname{ctg} 190^\circ$

$\text{б) } \sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right), \cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right), \operatorname{tg}\left(-\frac{3\pi}{4}\right), \operatorname{ctg}\left(-\frac{3\pi}{4}\right)$ $\text{в) } \operatorname{tg}71^\circ \cdot \operatorname{tg}139^\circ \cdot \operatorname{tg}235^\circ \cdot \operatorname{tg}304^\circ \cdot \operatorname{tg}(-393^\circ) \cdot \operatorname{tg}1000^\circ$	$\text{б) } \sin 2, \cos 2, \operatorname{tg} 2, \operatorname{ctg} 2$ $\text{в) } \operatorname{ctg}282^\circ \cdot \operatorname{ctg}(-401^\circ) \cdot \operatorname{ctg}(-910^\circ) \cdot \operatorname{ctg}140^\circ \cdot \operatorname{ctg}240^\circ$
<p>3. Вычислите:</p> $\frac{2 \sin 30^\circ - 3 \cos 30^\circ + 2 \operatorname{tg} 30^\circ}{\cos \pi - \sin \frac{\pi}{2}}$	<p>3. Вычислите</p> $\frac{\sin 45^\circ \cdot \cos 60^\circ + \cos 45^\circ \cdot \sin 60^\circ}{\operatorname{tg}^2 30^\circ - \sin^2 90^\circ \cdot \cos^2 270^\circ}$
<p>4) Упростите</p> $\frac{\sin(2\pi - \alpha) \cdot \sin(\pi - \alpha) \cdot \cos\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right)}{\cos(2\pi - \alpha) \cdot \operatorname{ctg}(\pi - \alpha) \cdot \operatorname{tg}(3\pi - \alpha)}$	<p>выражение:</p> $\frac{\sin(\pi + \alpha) \cdot \sin(\pi - \alpha) \cdot \cos(2\pi - \alpha) \cdot \operatorname{tg}(3\pi - \alpha)}{\cos(\pi - \alpha) \cdot \cos(5\pi - \alpha) \cdot \cos(2\pi + \alpha) \cdot \operatorname{tg}(\pi + \alpha)}$

Критерии оценки:

- «5» ставится за 4 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 3 верно решенных задания;
- «3» ставится за 2 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 2 заданий.

Тема 6.1. Основные тригонометрические тождества

Практическое задание № 13

Формулы двойных и половинных аргументов.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков работы с формулами тригонометрии.

Пояснения к работе.

Основные формулы: (1) $\sin 2\alpha = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$,

(2) $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 \alpha$

(3) $\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}$

(4) $\sin \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$

(5) $\cos \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$

(6) $\sin \alpha = \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}$ (7) $\cos \alpha = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}$

Пример 1. Упростите выражение:

$$2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha = \frac{\sin 4\alpha}{2}$$

Пример 2. Упростите выражение: $\frac{1 - \cos 2\alpha + \sin 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha + \sin 2\alpha} = \frac{2\sin^2 \alpha + 2\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2\cos^2 \alpha + 2\sin \alpha \cdot \cos \alpha} =$

$$\frac{2\sin \alpha \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)}{2\cos \alpha \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

Задания

Вариант 1

Вариант 2

1) $\frac{2 \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \cos^2 \frac{\alpha}{2}}$ - упростить	1) $\frac{1 + \cos 2\alpha - \sin 2\alpha}{1 - \cos 2\alpha - \sin 2\alpha}$ - упростить
2) $\sqrt{\frac{1 - \cos 4\alpha}{2 \cos^2 2\alpha}}$ - упростить	2) $\sqrt{\frac{1 + \cos 4\alpha}{2}}$ - упростить
3) Доказать $\frac{1 - \cos 2\alpha}{\sin 2\alpha} = \operatorname{tg} \alpha$	тождества: $\frac{\sin 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha} = \operatorname{tg} \alpha$
4 $\frac{2 \sin \alpha - \sin 2\alpha}{2 \sin \alpha + \sin 2\alpha} = \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}$	4 $\frac{\sin 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha} \cdot \frac{\cos \alpha}{1 + \cos \alpha} = \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}$
5 $\frac{1 - \sin^2 2\alpha}{1 + \sin 2\alpha} = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \alpha \right)$	5 $2 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \cos \alpha$ - упростить

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 5 верно решенных задания;
- «4» - ставится за 4 верно решенных задания;
- «3» - ставится за 2-3 верно решенное задания;
- «2» - выполнено менее 2 заданий.

Тема 6.1. Основы тригонометрии.

Практическое задание № 14

Формулы суммы и разности для синуса, косинуса, двойного аргумента для синуса и косинуса и их применение для преобразования выражений.

Цель: способствовать закреплению навыков применения формул для преобразования выражений.

Формулы суммы и разности для синуса и косинуса

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cdot \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \quad \text{или} \quad \cos \alpha - \cos \beta = 2 \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \sin \frac{\beta - \alpha}{2}$$

Пример 1. Вычислите точное значение разности синусов 165 и 75 градусов. Точных значений синусов 165 и 75 градусов мы не знаем, поэтому непосредственно вычислить значение заданной разности мы не можем. Но ответить на вопрос задачи нам позволяет формула разности

синусов $\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cdot \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$. Действительно, полусумма углов 165 и 75 градусов равна 120, а полуразность равна 45, а точные значения синуса 45 градусов и косинуса 120 градусов известны.

Таким образом, имеем

$$\sin 165^\circ - \sin 75^\circ = 2 \cdot \sin \frac{165^\circ - 75^\circ}{2} \cdot \cos \frac{165^\circ + 75^\circ}{2} =$$

$$= 2 \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 120^\circ = 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin 165^\circ - \sin 75^\circ = 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}$$

Формулы двойного аргумента для синуса и косинуса.

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x;$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x;$$

$$\operatorname{tg} 2x = 2 \operatorname{tg} x / (1 - \operatorname{tg}^2 x)$$

Формулы —синус двойного аргумента, —косинус двойного аргумента справедливы для любых значений аргумента.

Формула —тангенс двойного аргумента справедлива лишь для тех значений аргумента x , для которых определены $\operatorname{tg} x$, $\operatorname{tg} 2x$, $1 - \operatorname{tg}^2 x \neq 0$

Пример 2.

Упростите выражение:

$$\frac{\cos 80^\circ}{\cos 40^\circ + \sin 40^\circ},$$

Решение.

$$\frac{\cos 80^\circ}{\cos 40^\circ + \sin 40^\circ} = \frac{\cos^2 40^\circ - \sin^2 40^\circ}{\cos 40^\circ + \sin 40^\circ} = \frac{(\cos 40^\circ + \sin 40^\circ)(\cos 40^\circ - \sin 40^\circ)}{\cos 40^\circ + \sin 40^\circ} =$$

$$= \cos 40^\circ - \sin 40^\circ$$

Ответ: $\cos 40^\circ - \sin 40^\circ$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Вычислить без таблиц, используя формулы для суммы и разности синусов двух углов:	
а) $\sin 105^\circ + \sin 75^\circ$	а) $\sin 105^\circ - \sin 75^\circ$
б) $\cos \frac{\pi}{12} - \sin \frac{7\pi}{12}$	б) $\sin \frac{11\pi}{12} + \sin \frac{5\pi}{12}$
2. Упростить выражение:	
$\sin \left(\frac{\pi}{3} + \alpha\right) + \sin \left(\frac{\pi}{3} - \alpha\right)$	$\sin \left(\frac{\pi}{3} + \alpha\right) - \sin \left(\frac{\pi}{3} - \alpha\right)$
3. Доказать тождество:	
а) $1 + \sin \alpha = 2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2}\right)$	а) $1 - \sin \alpha = 2 \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2}\right)$
б) $1 + \sin 2x = (\cos x + \sin x)^2$	б) $1 - \sin 2x = (\cos x - \sin x)^2$
в) $\cos 2x = 1 - 2 \sin^2 x$	в) $\cos 2x = 2 \cos^2 x - 1$

4. Данное выражение представить в виде произведения:	
$\frac{1}{2} + \sin \alpha$	$\sqrt{3} - 2 \sin \alpha$
5. Упростите:	
а) $1 - \cos 2\alpha$ б) $\frac{\cos 2\alpha + 1}{\sin 2\alpha}$ $\frac{\sin 2\varphi}{\sin 2\varphi}$ в) $2 \cos \varphi$	а) $2 \sin 15^\circ \cdot \cos 15^\circ$ б) $\cos^2 \frac{\pi}{8} - \sin^2 \frac{\pi}{8}$ в) $\frac{\cos 2\alpha - \cos^2 \alpha}{1 - \cos^2 \alpha}$

Критерии оценки:

Оценка «5» ставится за 5 верно выполненных заданий

«4» - ставится за 4 верно выполненных задания

«3» - за 3 верно выполненных задания

«2» - выполнено менее 3-х заданий.

**Тема 6.1. Основные тригонометрические тождества
Практическое задание № 15**

Преобразования простейших тригонометрических выражений.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков работы с формулами тригонометрии.

Пояснения.

Пример 1. Преобразовать в произведение $\sin\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{3}\right) - \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{6}\right)$

Решение. $2 \sin \frac{\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{3} - \alpha - \frac{\pi}{6}}{2} \cdot \cos \frac{\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{3} + \alpha + \frac{\pi}{6}}{2} = 2 \sin \frac{\frac{2}{3}\alpha - \frac{\pi}{6}}{2} \cdot \cos \frac{\frac{3}{2}\alpha + \frac{2}{3}\pi}{2} = 2 \sin \left(\frac{\pi}{12} - \frac{\alpha}{4}\right) \cdot \cos \left(\frac{3\alpha}{4} + \frac{\pi}{4}\right)$

Пример 2. Упростите выражение:

$$\frac{\sin \alpha - \sin 3\alpha}{\cos \alpha - \cos 3\alpha} \cdot (1 - \cos 4\alpha) = \frac{2 \sin(-\alpha) \cdot \cos 2\alpha}{-2 \sin(-\alpha) \cdot \sin 2\alpha} \cdot 2 \sin^2 2\alpha = -2 \cos 2\alpha \cdot \sin 2\alpha = -\sin 4\alpha$$

Пример 3. Упростите:

$$\frac{\operatorname{ctg}\left(\frac{\pi}{2} - a\right) - \operatorname{tg}(\pi + a) + \sin\left(\frac{3\pi}{2} - a\right)}{\cos(\pi + a)} = \frac{\operatorname{tga} - \operatorname{tga} - \cos a}{-\cos a} = \frac{\cos a}{\cos a} = 1$$

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Вычислите: $\cos 75^\circ + \cos 15^\circ$	1. Вычислите: $\cos 105^\circ + \cos 105^\circ$
2. Вычислите: $\sin 105^\circ - \sin 15^\circ$	2. Вычислите: $\sin 105^\circ + \sin 15^\circ$

3. Преобразовать в $\cos 2x - \cos 10x$	произведение: $\cos 4x + \cos 6x$
4. Преобразовать в $\sin 2x + \sin 4x$	произведение: $\sin 4x - \sin 10x$
5. Найти: $\sin 2\alpha, \cos 2\alpha, \tan 2\alpha$, если $\cos \alpha = \frac{1}{2}$ и $\alpha \in 4$ ч.	5. Найти: $\sin 2\alpha, \cos 2\alpha, \tan 2\alpha$, если $\operatorname{tg} \alpha = -1$ и $\alpha \in 2$ ч.
6. Найти: $\sin \frac{\beta}{2}, \cos \frac{\beta}{2}, \tan \frac{\beta}{2}$ Если $\sin \beta = \frac{4}{5}$ и $\beta \in 2$ ч.	6. Найти: $\sin \frac{\beta}{2}, \cos \frac{\beta}{2}, \tan \frac{\beta}{2}$ Если $\cos \beta = \frac{3}{5}$ и $\beta \in 4$ ч.
7. Найти $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$, если $\tan \frac{\alpha}{2} = 2$	7. Найти $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$, если $\tan \frac{\alpha}{2} = -1$
8. Доказать $\frac{1 + \sin 2\alpha}{\cos 2\alpha} = \tan \left(\frac{\pi}{4} + \alpha \right)$	тождество: $\frac{1 + \cos \alpha + \sin \alpha}{1 - \cos \alpha + \sin \alpha} = \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$
9. Вычислить: $\frac{4 \sin 20^\circ \cdot \sin 50^\circ \cdot \sin 70^\circ}{\sin 80^\circ}$	9. Вычислить: $\frac{\sin 10^\circ}{2 \sin 25^\circ} - \cos 10^\circ$

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 8 – 9 верно решенных задания;
- «4» - ставится за 6 – 7 верно решенных задания;
- «3» - ставится за 4 – 5 верно решенных задания;
- «2» - выполнено менее 4 заданий.

Тема 6.2. Простейшие тригонометрические уравнения и неравенства

Практическое задание № 16

Решение тригонометрических уравнений

Цель: способствовать закреплению навыков решения тригонометрических уравнений.

Тригонометрическим уравнением называется равенство тригонометрических выражений, содержащее неизвестное (переменную) только под знаком тригонометрических функций.

Решить тригонометрическое уравнение - значит найти все его корни - все значения переменной, удовлетворяющее уравнению. Решение тригонометрических уравнений сводятся к решению простейших тригонометрических уравнений, нахождение корней которых приведено в таблице:

Вид уравнения	Формулы решений тригонометрических уравнений	Частные случаи
$\sin x = a$	Если $ a \leq 1$, то $x = (-1)^k \cdot \arcsin a + \pi k, k \in Z$	$\sin x = 0, x = \pi n, n \in Z$, $\sin x = 1, x = \frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in Z$, $\sin x = -1, x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in Z$

$\cos x = a$	Если $ a \leq 1$, то $x = \pm \arccos a + 2\pi k, k \in Z$	$\cos x = 0, x = \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in Z$, $\cos x = 1, x = 2\pi n, n \in Z$, $\cos x = -1, x = \pi + 2\pi n, n \in Z$
$\operatorname{tg} x = a$	a- любое число $x = \operatorname{arctg} a + \pi k, k \in Z$	

Задания

Вариант 1.	Вариант 2.
<p>1. Решите уравнения:</p> <p>а) $\sin t = \frac{\sqrt{3}}{2}$</p> <p>б) $\cos t = -\frac{\sqrt{2}}{2}$</p> <p>в) $2\cos^2 t + 3\cos t + 5 = 0$</p> <p>г) $\operatorname{tg}\left(2x + \frac{\pi}{5}\right) = -\sqrt{3}$</p> <p>2. Решите уравнения:</p> <p>а) $2\cos^2 x = 1 + \sin x$;</p> <p>б) $2\sin^2 x - 5\sin x \cdot \cos x + 5\cos^2 x = 1$</p>	<p>1. Решите уравнения:</p> <p>а) $\sin t = \frac{\sqrt{2}}{2}$</p> <p>б) $\cos t = -\frac{\sqrt{2}}{2}$</p> <p>в) $2\cos^2 t - 5\cos t + 2 = 0$</p> <p>г) $\operatorname{tg}\left(2x + \frac{\pi}{3}\right) = \sqrt{3}$</p> <p>2. Решите уравнение:</p> <p>а) $2\sin^2 x = 1 - \cos x$</p> <p>б) $5\sin^2 x - 5\sin x \cdot \cos x + 2\cos^2 x = 1$</p>

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 9-10 верно решенных уравнений;
- «4» - ставится за 7-8 верно решенных уравнений;
- «3» - ставится за 5-6 верно решенных уравнений;
- «2» - если решено менее 5 уравнений.

Тема 6.2. Простейшие тригонометрические уравнения и неравенства Практическое задание № 17

Решение простейших тригонометрических уравнений и неравенств различными способами.

Цель: повторение изученного материала перед итоговой аттестацией.

Пояснения.

1. Рассмотрите п. 9 с.67 учебника «Алгебра и начала анализа 10 – 11», примеры 1 – 9, разобранные в этом пункте.
2. Вспомните формулы решения простейших тригонометрических уравнений.

Задания

<p>Вариант 1.</p> <p>1. Решите уравнения:</p> <p>а) $\sin x + \cos x + \sin 3x = 0$;</p> <p>б) $\sqrt{3} \cos x - \sin x = 0$;</p> <p>в) $\sqrt{3} \cos x - \sin x = 1$;</p> <p>г) $\sin^2 x + \cos^2 x + \sin^2 3x = \frac{3}{2}$</p> <p>2. Решите неравенство:</p> <p>а) $\cos x > -\frac{1}{2}$;</p> <p>б) $\sin 2x < 0$;</p> <p>в) $\operatorname{tg}(x - \frac{\pi}{3}) < \sqrt{3}$.</p> <p>3. При каких значениях a уравнение $\sin^2 x - (a + 3) \sin x + 3a = 0$ не имеет решений?</p> <p>4. Решите уравнение $\cos^2 x + \cos 4x = a$, если одно из его решений $\frac{\pi}{3}$</p>	<p>Вариант 2.</p> <p>1. Решите уравнение:</p> <p>а) $\cos x + \sin x - \cos 3x = 0$;</p> <p>б) $\cos x + \sqrt{3} \sin x = 0$;</p> <p>в) $\cos x + \sin x = \sqrt{2}$;</p> <p>г) $\cos^2 x - \sin^2 2x + \cos^2 3x = \frac{1}{2}$</p> <p>2. Решите неравенство:</p> <p>а) $\sin x < \frac{1}{2}$;</p> <p>б) $\cos 2x > 0$;</p> <p>в) $\operatorname{ctg}(x + \frac{\pi}{6}) > \sqrt{3}$</p> <p>3. При каких значениях b уравнение $\cos^2 x + (b - 3) \cos x - 3b = 0$ не имеет решений?</p> <p>4. Решите уравнение $\sin^2 x - \cos 4x = b$, если одно из его решений $\frac{\pi}{6}$.</p>
---	--

Критерии оценки:

- «5» - ставится за все верно выполненные задания;
- «4» - за 1 и 2, 1 и 3, 1 и 4 верно выполненные задания;
- «3» - за 1 или за 2,3,4 верно выполненные задания;
- «2» - во всех остальных случаях.

Раздел 7. Функции и графики.

Тема 7.1. Свойства функции.

Практическое задание № 18

Решение задач методом интервалов

Цель: способствовать закреплению навыков решения задач методом интервалов.

Метод интервалов — это специальный алгоритм, предназначенный для решения сложных неравенств вида $f(x) > 0$ и $f(x) < 0$. Алгоритм состоит из 5 шагов:

1. Решить уравнение $f(x) = 0$.
2. Отметить все полученные корни на координатной прямой. Таким образом, прямая разделится на несколько интервалов.
3. Выяснить знак (плюс или минус) функции $f(x)$ на самом правом интервале. Для этого достаточно подставить в $f(x)$ любое число, которое будет правее всех отмеченных корней.
4. Отметить знаки на остальных интервалах. Для этого достаточно запомнить, что при переходе через каждый корень знак меняется.

5. Выписать интервалы, которые нас интересуют. Они отмечены знаком «+», если неравенство имеет вид $f(x) > 0$, или знаком «-», если неравенство имеет вид $f(x) < 0$.

Задания

№	Вариант 1	Вариант 2
1.	$\frac{(2x-1)(8+4x)}{9-4x} \geq 0$	$\frac{(2x-5)(6+2x)}{10-4x} \geq 0$
2.	$\frac{x^2 - x - 12}{x - 7} > 0$	$\frac{x^2 - 3x - 10}{x + 7} \geq 0$
3.	$\frac{2x-8}{(x-8)(x+8)} < 0$	$\frac{6x-9}{(x-4)(x+4)} < 0$
4.	Найти область определения функции: $y = \log_6(x^2 - 81)$	Найти область определения функции: $y = \log_6(x^2 - 64)$
5.	При каких значениях переменной x имеет смысл выражение $\sqrt{\frac{x^2-25}{x^2-5x+6}}$?	При каких значениях переменной x имеет смысл выражение $\sqrt{\frac{x^2-16}{x^2-5x+6}}$?

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 5 верно решенных заданий;
- «4» - ставится за 4 верно решенных задания;
- «3» - ставится за 3 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 7.1. Свойства функции

Практическое задание № 19

Графическое решение систем неравенств нескольких переменных.

Цель: способствовать закреплению навыков решения систем неравенств нескольких переменных.

Системы, содержащие неравенства с двумя переменными, вида

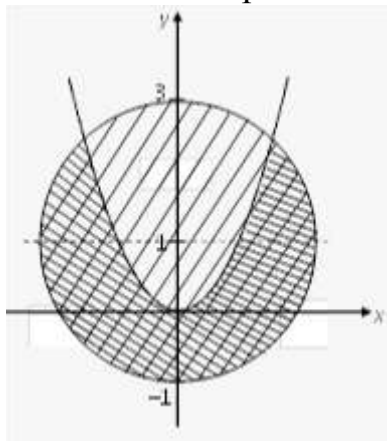
$$\begin{cases} F_1(x, y) > 0, \\ F_2(x, y) \leq 0, \\ F_3(x, y) \geq 0 \end{cases}$$

Называются *системами неравенств с двумя переменными*. Решением данных систем является пересечение решений всех неравенств, входящих в систему.

$$\begin{cases} x^2 + (y-1)^2 \leq 4, \\ x^2 > y. \end{cases}$$

Пример. Решить систему

Решение. Построим в системе Oxy соответствующие линии



Уравнение $x^2 + (y-1)^2 = 4$ задает окружность с центром в точке $O(0; 1)$ и $R = 2$.

Уравнение $y = x^2$ определяет параболу с вершиной в точке $O(0; 0)$.

Найдем решения каждого из неравенств, входящих в систему. Первому неравенству соответствует область внутри окружности и сама окружность (в справедливости этого убеждаемся, если подставим в неравенство координаты любой точки из этой области). Второму неравенству соответствует область, расположенная под параболой.

Решение системы – пересечение двух указанных областей (на рисунке показано наложением двух штриховок).

Задания

№	Вариант1	Вариант2
1.	$x^2 + y^2 \geq 4;$	$x + y - 5 < 0;$
2.	$\begin{cases} x + y \leq 1, \\ y \geq 0; \end{cases}$	$\begin{cases} y - 2x + 3 > 0, \\ y - 2x + 1 \leq 0; \end{cases}$
3.	$\begin{cases} (x-1)^2 + (y+3)^2 \leq 16, \\ y = x^2; \end{cases}$	$\begin{cases} y \geq x^2 + 1, \\ y < x - 2. \end{cases}$
4.	$\begin{cases} y < \frac{1}{x+2}, \\ 2 - y \geq 0. \end{cases}$	$\begin{cases} y \leq \sqrt{2-x}, \\ x \geq y - 1; \end{cases}$
5.	$\begin{cases} (2-x)^2 + (y-2)^2 \leq 25, \\ x^2 + y^2 > 4, \\ x = -y; \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{1}{x} \geq 0, \\ x^2 + y^2 - 5 > 0. \end{cases}$

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 5 верно выполненных заданий;
- «4» - ставится за 4 верно сделанных задания;
- «3» - ставится за 3 верно выполненных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

РАЗДЕЛ 8 ГЕОМЕТРИЯ

ТЕМА 8.1. Многогранники

Практическое задание № 20

Параллелепипед. Куб

Цель: закрепление знаний, отработка навыков решения задач, используя свойства пирамиды и куба.

Пояснения:

1. Сделайте краткий конспект (чертежи, основные определения, формулы)
2. Рассмотрите решение задачи: № 22 стр.301.
3. Запомните свойства параллелепипеда: 1. У параллелепипеда противоположные грани равны и параллельны. 2) Диагонали параллелепипеда пересекаются в одной точке и точкой пересечения делятся пополам. 3) В прямоугольном параллелепипеде квадрат любой диагонали равен сумме квадратов трех его измерений. 4) У куба все грани – равные между собой квадраты.

Задания

1. Найдите поверхность прямоугольного параллелепипеда по трём его измерениям: 10 см, 22 см, 16 см.
2. Докажите, что отрезок соединяющий центры оснований параллелепипеда, параллелен боковым рёбрам.
3. Найдите боковую поверхность прямоугольного параллелепипеда, если его высота h , площадь основания Q , а площадь диагонального сечения M .

Критерии оценки:

- «5» - ставится за три верно решенные задачи;
- «4» - ставится за две верно решенные задачи;
- «3» - ставится за одну верно решенную задачу;
- «2» - менее одной задачи.

ТЕМА 8.1. Многогранники.

Практическое задание № 21.

Пирамида. Правильная пирамида. Усеченная пирамида. Тетраэдр

Цель: закрепление знаний, отработка навыков решения задач, используя свойства пирамиды.

Пояснения:

1. Изучите п. 176 (с. 305), 177, 178, 179 учебника Геометрия 7 – 11 Погорелова А. В..
2. Сделайте краткий конспект (чертежи, основные определения, формулы)
3. Рассмотрите решение задачи: № 69 стр.309
4. Запомните свойства пирамиды: 1) Пирамида называется правильной, если ее основание есть правильный многоугольник и ее высота проходит через центр этого многоугольника. 2) В правильной пирамиде все боковые ребра равны между собой. 3) Все боковые грани правильной пирамиды – равные равнобедренные треугольники.

Задания

1. Все боковые грани треугольной пирамиды составляют с плоскостью основания угол 45° . Найдите высоту пирамиды, если стороны основания равны 20, 21 и 29 см.

2. В основании пирамиды треугольник, стороны которого равны 7, 10 и 13 см. Высота пирамиды равна 4 см. Найдите величину двугранного угла при основании пирамиды, если все боковые грани одинаково наклонены к плоскости основания.

3. В основании пирамиды лежит равнобедренная трапеция, основания которой равны 16 и 4 см. Найдите высоту пирамиды, если каждая ее боковая грань составляет с основанием угол 60° .

Критерии оценки:

«5» - ставится за три верно решенные задачи;

«4» - ставится за две верно решенные задачи;

«3» - ставится за одну верно решенную задачу;

«2» - менее одной задачи.

ТЕМА 8.1. Многогранники.

Практическое задание № 22

Построение сечений многогранников

Цель: закрепление знаний, отработка навыков построения сечений.

Пояснения: При построении сечений следует руководствоваться следующими правилами: 1) 2 точки, лежащие в одной плоскости, можно соединять прямой линией; 2) Стороны сечения, лежащие в параллельных плоскостях – параллельны.

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Высота прямой четырёхугольной пирамиды равна 4. Основание – прямоугольник со сторонами 2 и 8. Найдите площади диагональных сечений.	1. Высота правильной четырёхугольной пирамиды равна 4, диагональ 5 см. Найдите площадь диагонального сечения.
2. В правильной треугольной усеченной пирамиде стороны оснований равны 8 м и 5 м, а высота 3 м. Провести сечение через сторону нижнего основания и противоположную ей вершину верхнего основания. Определить площадь сечения.	2. В правильной четырёхугольной усеченной пирамиде стороны оснований равны 6 см и 8 см, а боковое ребро 10 см. Провести сечение через конец диагонали меньшего основания перпендикулярно к этой диагонали и определить его площадь.
3. В правильной четырёхугольной усеченной пирамиде площади оснований G и g , а боковое ребро образует с плоскостью нижнего основания угол в 45° . Определить	3. В правильной треугольной усеченной пирамиде сторона большего основания a , сторона меньшего b . Боковое ребро образует с основанием угол в 45° . Провести

площадь диагонального сечения.	сечение через боковое ребро и ось и найти его площадь.
4. Сторона основания правильной треугольной призмы равна 12 см, а высота призмы 6 см. Найдите площадь сечения этой призмы плоскостью, проходящей через сторону нижнего основания и противоположащую вершину верхнего основания призмы.	

Критерии оценки:

- «5» ставится за 4 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 3 верно решенных задания;
- «3» ставится за 2 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 2 заданий.

ТЕМА 8.1. Многогранники

Практическое задание № 23

Объем параллелепипеда. Объем призмы

Цель: закрепление знаний, отработка навыков решения задач, используя свойства призмы и пирамиды.

Пояснения:

1. Ответьте на вопросы:
 - а) Сформулируйте свойства объемов многогранников.
 - б) Запишите в тетрадах формулы объемов прямой и наклонной призм.
2. Найдите объем и площадь полной поверхности куба, длина диагонали грани которого равна $\sqrt{2}$ см.
3. Запишите формулу объема пирамиды.
4. Объем пирамиды ABC равен V. Найдите объем призмы, в основании которой лежит треугольник ABC, а высота равна высоте пирамиды.
5. Боковые ребра треугольной пирамиды попарно перпендикулярны, а длины их равны a, b, c. Найдите объем пирамиды.
6. Как изменится объем куба, если длину его ребра увеличить в два раза?

Задания

1. Каждое ребро прямого параллелепипеда имеет длину 5 см, один из углов основания 30° . Найдите объем и площадь полной поверхности параллелепипеда.
2. Стороны основания прямого параллелепипеда имеют длины 3 и 8 дм, а один из углов основания 120° . Найдите объем параллелепипеда и площади его диагональных сечений, если площадь его боковой поверхности равна 220 дм².
3. Дан прямой параллелепипед ABCD A₁B₁C₁D₁, в котором B D₁ перпендикулярно A₁C. Найдите его объем, если B D₁ = 6 см, A₁C = 8 см AB = 3 см

Критерии оценки:

- «5» - ставится за три верно решенные задачи;
- «4» - ставится за две верно решенные задачи;
- «3» - ставится за одну верно решенную задачу;

«2» - менее одной задачи.

Тема 8.2. Тела и поверхности вращения

Практическое задание № 24

Объемы и поверхности тел вращения.

Цель: контроль и закрепление знаний, умений, навыков студентов по теме объёмы и поверхности тел вращения.

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Найдите полную и боковую поверхности цилиндра, длину диагонали осевого сечения, объем цилиндра, если радиус основания равны 4см, а высота равна 6см.	1. Космический корабль имеет форму цилиндра высотой 7м и радиусом 3м, который с одной стороны завершен полусферой, а с другой – конусом высотой 4м. Найдите объем космического корабля.
2. Высота и радиус конуса равны 5 см. Найдите длину образующей и боковую поверхность конуса.	2. Угол между двумя образующими конуса – 60° , а угол между радиусами, проведёнными к основаниям образующих – 90° , радиус основания – 1см. Найдите объем конуса, полную поверхность конуса.
3. Определите радиус шара, если его объем равен $4,4\pi$ мм ³ .	3. Найдите объем и полную поверхность шара, радиус которого 2 см.

Критерии оценки:

«5» ставится за 3 верно решенных задания;

«4» ставится за 2 верно решенных задания;

«3» ставится за 1 верно решенное задание;

«2» – если решено менее 1 задания.

Раздел 9. Начала математического анализа

Тема 9.1. Последовательности

Практическое задание № 25

Предел функции.

Цель: способствовать закреплению навыков вычисления пределов.

Функцию $y=f(x)$ называют непрерывной в точке $x=a$, если выполняется тождество:

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$$

Функцию $y = f(x)$ называют непрерывной в точке $x = a$, если предел функции при $x \rightarrow a$ равен значению функции в точке $x = a$.

Функция непрерывна на отрезке $[a, b]$, если она непрерывна в каждой точке отрезка.

Пример 1. Вычислить: $\lim_{x \rightarrow 1} (x^3 - 2x^2 + 5x + 3)$.

Решение. Выражение $x^3 - 2x^2 + 5x + 3$ определено в любой точке x , в частности, в точке $x = 1$. Следовательно, функция $y = x^3 - 2x^2 + 5x + 3$ непрерывна в точке $x = 1$, а потому предел функции при стремлении x к 1 равен значению функции в точке $x = 1$.

Имеем: $\lim_{x \rightarrow 1} (x^3 - 2x^2 + 5x + 3) = 1^3 - 2 \cdot 1^2 + 5 \cdot 1 + 3 = 7$.

Ответ: 7.

Для решения следующего примера нам потребуются правила вычисления предела функции в точке.

Правило 1. $\lim_{x \rightarrow a} (f(x) + g(x)) = \lim_{x \rightarrow a} f(x) + \lim_{x \rightarrow a} g(x)$.

Правило 2. $\lim_{x \rightarrow a} (f(x) \cdot g(x)) = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \cdot \lim_{x \rightarrow a} g(x)$.

Правило 3. $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)}$.

Пример 2. Вычислить $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{2x+3}{4x+2}$.

Выражение $f(x) = \frac{2x+3}{4x+2}$ определено в любой точке $x \neq -\frac{1}{2}$, в частности, в точке $x = \frac{1}{2}$. Следовательно, функция $y = f(x)$ непрерывна в точке $x = \frac{1}{2}$,

значит предел функции при стремлении x к $\frac{1}{2}$ равен значению функции в

точке $x = \frac{1}{2}$. Имеем: $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{2x+3}{4x+2} = \frac{\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} (2x+3)}{\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} (4x+2)} = \frac{2 \cdot \frac{1}{2} + 3}{4 \cdot \frac{1}{2} + 2} = \frac{1+3}{2+2} = 1$.

Ответ: 1.

Задания

№	Вариант 1	Вариант 2
1.	$\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{2x+3}{4x+2}$	$\lim_{x \rightarrow \frac{1}{3}} \frac{7x-14}{21x+2}$
2.	$\lim_{x \rightarrow 1} (x^2 - 3x + 5)$	$\lim_{x \rightarrow -1} (x^2 + 6x - 8)$
3.	$\lim_{x \rightarrow -3} \frac{x^2 - 9}{4x + 12}$	$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - 3x}{x - 3}$
4.	$\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x+1}{x^2 + x}$	$\lim_{x \rightarrow -5} \frac{x+5}{x^2 + 5x}$
5.	Вычислите предел при $x \rightarrow \infty$ $\frac{x^2 + x - 8}{6x^2 - 5x + 2}$	Вычислите предел при $x \rightarrow \infty$ $\frac{x^2 + x - 2}{x^5 - 3x + 6}$

Критерии оценки:

- «5» - ставится за 5 верно выполненных заданий;
- «4» - ставится за 4 верно сделанных задания;
- «3» - ставится за 3 верно выполненных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 9.2. Производная и её применение.

Практическое задание № 26

Производная. Понятие о производной функции, ее геометрический и физический смысл.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков вычисления производных.

Пояснения:

Определение. Производной функции $y = f(x)$ в точке x называется предел отношения приращения функции (Δy) в этой точке к приращению аргумента (Δx), когда Δx стремится к 0. Обозначение: $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$

Производная функции $y = f(x)$, в точке x_0 , выражает скорость изменения функции в этой точке.

2. Если функция задана законом прямолинейного движения $S = S(t)$, то $S'(t) = ?$

Скорость движения в момент времени t - это производная по перемещению $S'(t) = v(t)$

3. Что есть вторая производная от закона движения?

Скорость изменения скорости этого движения, т.е. ускорение $a(t) = v'(t) = S''(t)$.

С физической точки зрения дифференцирование – определение скорости изменения переменной величины. Производная, таким образом, играет роль скорости изменения зависимой переменной y по отношению к изменению независимой переменной x .

Выясняем формулы из физики, где используется производная.

- ✓ $v(t) = x'(t)$ – скорость.
- ✓ $a(t) = v'(t)$ – ускорение.
- ✓ $I(t) = q'(t)$ – сила тока.
- ✓ $c(t) = Q'(t)$ – теплоемкость.
- ✓ $d(l) = m'(l)$ – линейная плотность.
- ✓ $K(t) = l'(t)$ – коэффициент линейного расширения.
- ✓ $\omega(t) = \varphi'(t)$ – угловая скорость.
- ✓ $e(t) = \omega'(t)$ – угловое ускорение.

Чтобы охарактеризовать скорость совершения работы, вводят понятие мощности.

- ✓ $N(t) = A'(t)$ – мощность.
- ✓ $F(x) = A'(x)$ – Сила есть производная работы по перемещению.
- ✓ $E = \Phi'(t)$ – ЭДС индукции $F = p'(t)$ – 2 закон Ньютона.

Примеры применения производной в физике

Задача	Решение
Тело массой 4 кг движется	1. $W_k = (m \cdot v^2)/2$

<p>прямолинейно по закону $x(t)=t^2+t+1$.</p> <p>1. Какова кинетическая энергия тела в конце 3 сек. после начала движения тела?</p> <p>2. Какова сила, действующая на тело?</p>	<p>$x'(t) = v(t) = 2t+1,$ $v(3) = 7,$ $a(t) = v'(t) = 2,$ $W_k = (4 \cdot 7^2)/2 = 98$</p> <p>2. $F = ma,$ $a(t) = v'(t) = x''(t),$ $x'(t) = v(t) = 2t+1,$ $a(t) = v'(t) = 2,$ $F = ma = 4 \cdot 2 = 8 \text{ Н.}$</p>
<p>Угол поворота тела вокруг оси изменяется по закону $\varphi(t)=0,1t^2-0,5t+0,2$.</p> <p>Найти угловую скорость вращения тела в момент времени $t=20\text{с}$.</p>	<p>$\omega(t) = \varphi'(t)$ $\varphi'(t) = 0,2t-0,5$ $\omega(t) = 0,2t-0,5$ $\omega(20) = 3,5$</p>
<p>Для любой точки С стержня АВ длиной 10 см, масса куса стержня АС определяется по формуле $m(l)=3l^2+5l$.</p> <p>Найти линейную плотность стержня в середине отрезка АВ, в конце отрезка.</p>	<p>$d(l) = m'(l)$ $m'(l) = 6l+5$ $d(l) = 6l+5$ $d(5) = 6 \cdot 5 + 5 = 35$ – в середине отрезка $d(10) = 6 \cdot 10 + 5 = 65$ – в конце отрезка</p>
<p>Количество электричества, протекающее через проводник, начиная с момента времени $t=0$, задаётся формулой $q=3t^2-3t+4$.</p> <p>Найти силу тока в конце 6-й секунды.</p>	<p>$I(t) = q'(t)$ $q'(t) = 6t-3$ $I(t) = 6t-3$ $I(6) = 6 \cdot 6 - 3 = 33$</p>

Таблица производных

$f(x)$	$f'(x)$	$f(x)$	$f'(x)$
$k \cdot f$	$k \cdot f'$	x^n	$n \cdot x^{n-1}$
$f(kx + b)$	$k \cdot f'(kx + b)$	$\sin x$	$\cos x$
$f + g$	$f' + g'$	$\cos x$	$-\sin x$
$f \cdot g$	$f' \cdot g + f \cdot g'$	$\text{tg } x$	$\frac{1}{\cos^2 x}$
$\frac{f}{g}$	$\frac{f'g - fg'}{g^2}$	e^x	e^x
C	0	a^x	$a^x \ln a$
x	1	$\ln x$	$\frac{1}{x}$
\sqrt{x}	$\frac{1}{2\sqrt{x}}$	$\log_a x$	$\frac{1}{x \ln a}$

Задания

Найдите производную функции.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
3.1 $y = 2x^2 - x$	3.6 $y = x^2 - 5x$	3.11 $y = 2x - 5x^2$
3.2 $y = \frac{1}{3}x^3 - 1,5x^2 - 4x$	3.7 $y = -\frac{2}{3}x^3 + x^2 + 12$	3.12 $y = x^5 - \frac{10}{3}x^3 + 5x$
3.3 $y = 4x - 3x^2$	3.8 $y = x^4 + 4x$	3.13 $y = x^4 - 12x^2$
3.4 $y = x^3 + 1.5x^2$	3.9 $y = 4x - \frac{1}{3}x^3$	3.14 $y = 2x^4 - x^8$
3.5 $y = x^3 - 6x^2 - 63x$	3.10 $y = \frac{2}{3}x^3 - 8x$	3.15 $y = 3x - 5x^2 + x^3$

Найти необходимые величины.

1.1 $S(t)=2t^4+3t^2-t+\sqrt{t^3}$ $v(t), a(t)-?$	1.6 $S(t)=12t^2-(2/3)t^3$ $v(t), a(t)-?$	1.11 $S(t)=21t+2t^2-(1/3)t^3$ $v(t), a(t)-?$
1.2 $S(t)=5\sin(3t+1),$ $v(t)-?$	1.7 $S(t)=6\cos(0,5t-4),$ $v(t)-?$	1.12 $S(t)=0,5\sin(4t+2),$ $v(t)-?$
1.3 $x(t)= -4t^2+2t+2,$ $v(1)-?$	1.8 $x(t)= \sqrt{t+2t^2} - 3t+2,$ $v(25)-?$	1.13 $x(t)=(-1/3)t^3+2t^2+5t,$ $v(2)-?$
1.4 $x(t)=t^3-4t^2, a(5) -?$	1.9 $x(t)=0,25t^4-2t^2,$ $a(1) -?$	1.14 $x(t)=t^5+3t^2-1,$ $a(2) -?$
1.5 $x(t)=(-1/6)t^3+3t^2-5,$ <i>найми t, когда a(t)=0</i>	1.10 $x(t)=2t^3+t-1,$ <i>найми t, когда a(t)=2</i>	1.15 $x(t)=(-1/3)t^3+2t^2+5t,$ <i>найми t, когда v(t)=0</i>

Критерии оценки:

- «5» ставится за 8-10 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 7-6 верно решенных задания;
- «3» ставится за 5 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 5 заданий.

Тема 9.2. Производная и её применение Практическое задание № 27

Уравнение касательной к графику функции. Производные суммы, произведения, частного

Цель: закрепление знаний, отработка навыков вычисления производных.

Задания

1.1 $y = 12x^5 - \frac{2}{3}x^3 + 5x^2 - 7$	1.6 $y = 2e^x + 3x^3$	1.11 $f(x) = \frac{x^5}{5} - \frac{16}{3}x^3$
1.2 $y = xe^x$	1.7 $f(x) = \frac{1-4x}{2x+1}$	1.12 $y = \frac{\sin 3x}{2x+3}$
1.3 $y = e^x(\sin x + \cos x)$	1.8 $y = \sqrt[3]{x^2} \sin x \ln x$	1.13 $y = 4x^3 \sin x$
1.4 $y = (x^4 - 3)(x^2 + 2)$	1.9 $y = (x + 2)(x^2 + 2x^3 + 6)$	1.14 $y = (x^5 - x)e^x$
1.5 $y = \frac{2}{(1-x^2)(1+x^4)}$	1.10 $y = \frac{1-x^3}{1-x^5}$	1.15 $y = \frac{\operatorname{arctg} x}{\operatorname{arcsin} x}$
$y = 4x^5 + 2e^x - \frac{x^2 + 3x}{2x^3 - x^2}$	$y = 5x^2 - 4e^x + \frac{x^3 + 2x}{x^2 + 2x^4}$	$y = \frac{1}{3}x^6 + 7e^x - \frac{3x - x^2}{x^3 + x}$

Критерии оценки:

- «5» ставится за 5 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 4 верно решенных задания;
- «3» ставится за 3 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 9.2. Производная и её применение Практическое задание № 28.

Нахождение максимума и минимума на отрезке

Цель: закрепление знаний, отработка навыков исследования функций и построения графиков.

Пояснения: При построении графиков функций с помощью производных придерживаются такого плана:

- 1) Находят область определения функции и определяют точки разрыва, если они имеются.
- 2) Выясняют, не является ли функция четной или нечетной; проверяют её на периодичность;
- 3) Определяют точки пересечения графика функции с координатными осями, если это возможно;
- 4) Находят критические точки функции;
- 5) Определяют промежутки монотонности и экстремумы функции.
- 6) Используя результаты исследования, соединяют полученные точки плавной кривой. Иногда для большей точности графика находят несколько

дополнительных точек; их координаты вычисляют, пользуясь уравнением кривой.

Пример. Исследовать функцию и построить график: $y = x^2 + 2x - 3$

1. Функция определена на интервале $(-\infty; \infty)$. Точек разрыва нет.
2. Функция не является ни четной, ни нечетной, т.к. $y(-x) \neq y(x)$ и $y(-x) \neq -y(x)$.
3. Найдём точки пересечения графика функции с координатными осями. Если $y=0$, то $x^2 + 2x - 3 = 0$, откуда $x = -1 \pm \sqrt{1+3} = -1 \pm 2$. т.е. $x_1 = -3$, $x_2 = 1$. Значит, кривая пересекает ось абсцисс в точках $(-3;0)$ и $(1;0)$. Если $x = 0$, то $y = -3$, т.е. кривая пересекает ось ординат в точке $(0;-3)$.
4. Найдём критические точки функции. Имеем $y' = 2x+2$, $2x + 2 = 0$, $2 \cdot (x + 1) = 0$, $x = -1$.
5. Область определения функции разделится на промежутки $(-\infty; -1)$ и $(-1; \infty)$. Знаки производной $y'(x)$ в каждом промежутке можно найти непосредственно подстановкой точки из рассматриваемого промежутка. Так, $y'(-2) = -2 < 0$, $y'(2) = 2 > 0$. Следовательно, в промежутке $(-\infty; -1)$ функция убывает, а в промежутке $(-1; \infty)$ возрастает. При $x = -1$ функция имеет минимум, равный $y(-1) = y_{min} = (-1)^2 + 2 \cdot (-1) - 3 = 1 - 2 - 3 = -4$.

Составим таблицу; строим график.

x	$(-\infty; -1)$	-1	$(-1; \infty)$
$y'(x)$	-	0	+
$y(x)$	k	$y_{min} = -4$	3

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. Исследуйте функцию и $y(x) = 6x - 2x^3 + 1$	постройте график. $y(x) = x^3 - 12x - 1$
2. $y(x) = 4x^2 - x^4$	2. $y(x) = \frac{1}{4}x^4 - \frac{5}{2}x^2$
3. $y(x) = \frac{x^5}{3-x^2}$	3. $y(x) = \frac{x}{x-1}$

Критерии оценки:

- «5» ставится за 3 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 2 верно решенных задания;
- «3» ставится за 1 верно решенных задание;
- «2» - если решено менее 1 задания

Тема 9.3 Интеграл и его применение

Практическое задание № 29

Решение интегралов, используя различные методы.

Цель: Овладеть умением применения первообразной функции при решении вычислительных задач.

Задания

Найти неопределённый интеграл, используя таблицу интегралов.

1.1 $\int (x^3 + 2x^2 - 5) dx$	1.6 $\int (4x^2 + x^5 + 3) dx$	1.11 $\int (6x^5 - 2x^3 + x - 1) dx$
1.2 $\int (\frac{5}{3}x^4 - x^6 + 4x - 8) dx$	1.7 $\int (x^3 + \frac{3}{2}x^2 - x^4) dx$	1.12 $\int (\frac{16}{3}x^3 + 2x^2 + x) dx$
1.3 $\int \sqrt{x^5} dx$	1.8 $\int \sqrt{x^7} dx$	1.13 $\int \sqrt{x^6} dx$
1.4 $\int (\sqrt[3]{x^4} + x^6) dx$	1.9 $\int (\sqrt[4]{x^5} + \frac{1}{x^3}) dx$	1.14 $\int (\sqrt[3]{x^4} - 5x^3) dx$
1.5 $\int (x^4 + \sqrt[3]{x^2} + 3x^2) dx$	1.10 $\int (\sqrt{x} + 2\sqrt[4]{x^3} + 9x^2) dx$	1.15 $\int (4x^7 - \sqrt{x} + \sqrt[5]{x^6}) dx$

Найти неопределённый интеграл, используя таблицу интегралов.

2.1 $\int (4\cos x + 2\sin x) dx$	2.6 $\int (\frac{1}{x} + 3e^x) dx$	2.11 $\int (\frac{4}{\cos^2 x} - 2e^x) dx$
2.2 $\int (\frac{5}{x^3} + \frac{1}{x^2}) dx$	2.7 $\int (\frac{2}{x^5} - 3\cos x) dx$	2.12 $\int (2e^x - \frac{8}{x}) dx$
2.3 $\int \frac{dx}{1 + \sin^2 x}$	2.8 $\int \sqrt{1 - \cos 2x} dx$	2.13 $\int tg^2 x dx$
2.4 $\int \frac{x^2 - 4}{x + 2} dx$	2.9 $\int \frac{2x^2 + 3x - 2}{x + 2} dx$	2.14 $\int \frac{x^2 + 2x - 15}{x - 3} dx$
2.5 $\int \frac{3x^2 + x^7}{x^2} dx$	2.10 $\int \frac{x^2 + 7x + 12}{x(x + 3)} dx$	2.15 $\int \frac{x - 1}{x^2 - x} dx$

Найти неопределённый интеграл методом подстановки.

3.1 $\int (4x - 2)^3 dx$	3.6 $\int (8x + 1)^5 dx$	3.11 $\int (3 - 5x)^6 dx$
3.2 $\int \frac{5}{2x - 7} dx$	3.7 $\int \frac{4}{2 + 7x} dx$	3.12 $\int \frac{2}{4x - 8} dx$
3.3 $\int \sin(5x - \frac{\pi}{3}) dx$	3.8 $\int 3\cos(2x + \frac{\pi}{4}) dx$	3.13 $\int 4\sin(2x - \frac{\pi}{6}) dx$

Критерии оценки:

- «5» ставится за 8-10 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 6-7 верно решенных заданий;
- «3» ставится за 4-5 верно решенных заданий;
- «2» - если решено менее 4 заданий

Тема 9.3 Интеграл и его применение

Практическое задание № 30

Применение формулы Ньютона-Лейбница.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков вычисления площади криволинейной трапеции.

Если $f(x) \geq 0$ на отрезке $[a, b]$, то площадь S соответствующей криволинейной трапеции вычисляется по формуле **Ньютона – Лейбница**:

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a).$$

Пример. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями $y = x^2 - 1$, $y = -x^2 - 2x + 3$.

Найдем точки пересечения этих двух линий:

$$\begin{cases} y = x^2 - 1 \\ y = -x^2 - 2x + 3 \end{cases}$$

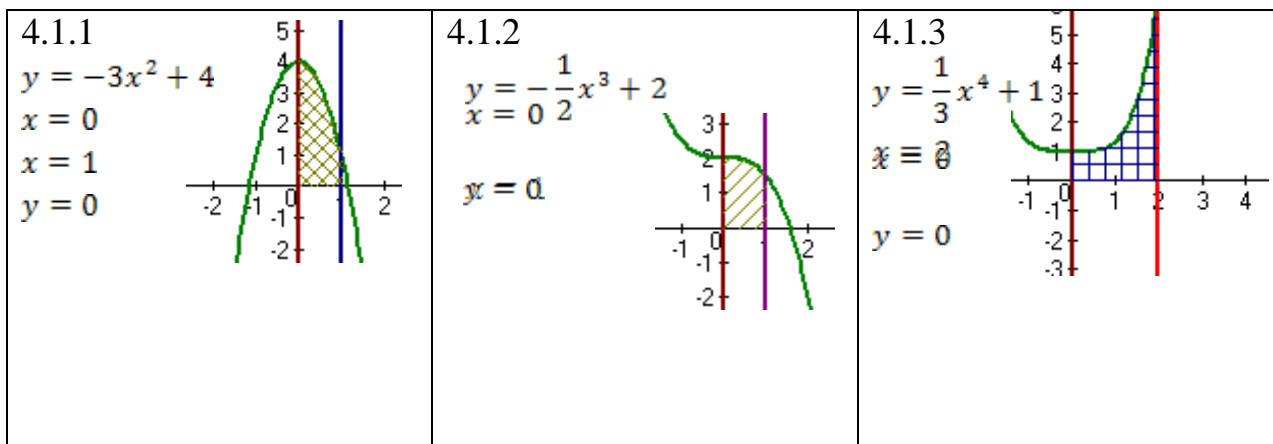
$$x_1 = 1, \quad x_2 = -2$$

$$S = \int_{-2}^1 ((-x^2 - 2x + 3) - (x^2 - 1)) dx = \int_{-2}^1 (-2x^2 - 2x + 4) dx = \left(-\frac{2x^3}{3} - x^2 + 4x \right) \Big|_{-2}^1 = \frac{31}{3}.$$

Задания

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1.1 $\int_{-1}^2 25x^4 dx$	1.6 $\int_{-1}^2 8x^3 dx$	1.11 $\int_{-1}^2 64x^7 dx$
1.2 $\int_0^1 (2x^2 + x - 1) dx$	1.7 $\int_0^2 (x^3 - 1) dx$	1.12 $\int_0^4 (3 + x^3) dx$
1.3 $\int_0^{\frac{\pi}{2}} 2\cos x dx$	1.8 $\int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{dx}{\cos^2 x}$	1.13 $\int_0^{\frac{\pi}{3}} \sin x dx$
1.4 $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{dx}{\cos^2 x}$	1.9 $\int_0^4 \frac{dx}{16 + x^2}$	1.14 $\int_1^2 \frac{2dx}{x}$
1.5 $\int_1^2 \frac{dx}{(2x+1)^2}$	1.10 $\int_0^{\pi} \cos \frac{x}{2} dx$	1.15 $\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \sin 2x dx$

4. Вычислить площадь плоской фигуры с помощью формулы Ньютона – Лейбница.



Критерии оценки:

- «5» - ставится за 6 верно выполненных заданий;
- «4» - ставится за 5-4 верно сделанных задания;
- «3» - ставится за 3 верно выполненных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Тема 9.3 Интеграл и его применение

Практическое задание № 31

Вычисление площадей криволинейных трапеций.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков вычисления площади криволинейной трапеции.

Пояснения: $S_{кр.тр.} = \int_a^b f(x) dx$ (1)

План выполнения работы.

1. Постройте фигуру по заданным условиям.
2. Составьте интеграл по формуле (1)
3. Вычислите интеграл.

Пример: Найдите площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = -x^2 + 5$ и $y = x + 3$.

Решение: Найдём абсциссы точек пересечения параболы $y = -x^2 + 5$ и прямой $y = x + 3$. Для этого решим систему: $\begin{cases} y = -x^2 + 5 \\ y = x + 3 \end{cases}$, откуда $x_1 = -2$, $x_2 = 1$.

Найдём площадь S_1 фигуры, ограниченной параболой $y = -x^2 + 5$, прямыми $x = -2$, $x = 1$ и $y = 0$. Получим $S_1 = \int_{-2}^1 (-x^2 + 5) dx = (-\frac{x^3}{3} + 5x) \Big|_{-2}^1 = 12$ (кв.ед.). Найдём площадь S_2 фигуры, ограниченной

прямыми $y = x + 3$, $x = -2$, $x = 1$ и $y = 0$. $S_2 = \int_{-2}^1 (x + 3) dx = (\frac{x^2}{2} + 3x) \Big|_{-2}^1 = 7,5$ (кв.ед.). Площадь искомой фигуры есть $S = S_1 - S_2 = 12 - 7,5 = 4,5$ (кв.ед.).

Задания

Вариант 1	Вариант 2
Найдите площадь фигуры, ограниченной линиями:	

1. $y = x^2 - 2x + 2, x = -1, x = 2,$ ось OX.	1. $y^2 = 9x, x = 16, x = 25, y = 0.$
2. $y = \frac{1}{x}, y = 0, x = 1, x = 3.$	2. $y = 2 \sin x, y = 0, x = 0, x = \frac{\pi}{2}$
3. $x - y - 1 = 0, x = -4, x = -2, y = 0.$	3. $y = -x^2 - 1, x = 1, x = 4, y = 0.$
4. $y = e^x, y = e^{-x}$	4. $y = x^2, y = \frac{1}{x}, 1 \leq x \leq e$
5. $y = 1 + \sin x, y = 0, x = 0, x = 2\pi$	5. $y = x^3$ и $x = 2$

Критерии оценки:

- «5» ставится за 5 верно решенных заданий;
- «4» ставится за 4 верно решенных задания;
- «3» ставится за 3 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 3 заданий.

Раздел 10. Элементы теории вероятностей и математической статистики

Тема 10.1. Элементы теории вероятностей

Практическое задание № 32

Решение задач на сложение и умножение вероятностей.

Цель: контроль и закрепление знаний, умений, навыков студентов по теме теория вероятности.

Задание

Г часть	Факториал	Перестановки	Размещения	Сочетания
а) Дать определение				
б) Записать формулу	$n! = \dots$	$P_n = \dots$	$A_m^n = \dots$	$C_m^n = \dots$
в) Вычислить	$\frac{(n+1)!}{(n-1)!} = \dots$	$P_n = \dots$	$A_{10}^8 = \dots$	$C_6^4 = \dots$

II часть

а) Решите уравнение: $A_n^5 = 30A_{n-2}^4$; б) Решите систему уравнений:

$$\begin{cases} C_m^n = C_m^{n+1} \\ A_m^2 = 20 \end{cases}$$

III часть

1. В урне находятся 20 черных и 15 белых шаров. Наудачу вынимается 1 шар, который оказался белым. После этого берут еще один шар. Найдите вероятность того, что этот шар тоже окажется белым.

2. Найдите вероятность того, что наудачу взятое двузначное число окажется кратным либо 4, либо 5, либо тому и другому одновременно.

Критерии оценки:

- «5» ставится за все верно решенные задания;
- «4» ставится за I и II части вместе; за I и III части вместе;

«3» ставится за II или III часть;
«2» – в остальных случаях.

Раздел 11. Уравнения и неравенства

Тема 11.1 Уравнения и системы уравнений. Неравенства и системы неравенств с двумя переменными

Практическое задание № 33

Основные приемы решения уравнений и неравенств. Способ введения новых переменных.

Цель: закрепление знаний, отработка навыков решения уравнений.

Пояснения: Общие приёмы решения уравнений:

1. Разложение на множители.

Пример. $(x^2 - 1) \cdot \sqrt{2x - 1} = 0$

Решение. $(x^2 - 1) \cdot \sqrt{2x - 1} = 0$ ОДЗ: $2x - 1 \geq 0, x \geq 0,5$

$(x^2 - 1) \cdot \sqrt{2x - 1} = 0; \begin{cases} x^2 - 1 = 0 \\ 2x - 1 = 0 \end{cases} \begin{cases} x = \pm 1 \\ x = 0,5 \end{cases} x = -1 - \text{не входит в ОДЗ.}$

Ответ: 0,5; 1

2. Замена переменной.

Пример. $3^{2x^2} - 12 \cdot 3^{x^2} + 27 = 0$

Решение. Пусть $3^{x^2} = y$, тогда $3^{2x^2} = (3^{x^2})^2 = y^2$. Подставив в исходное уравнение, получаем: $y^2 - 12y + 27 = 0 \Leftrightarrow y_1 = 3, y_2 = 9 \Leftrightarrow \begin{cases} 3^{x^2} = 3 \\ 3^{x^2} = 9 \end{cases} \Leftrightarrow$

$\begin{cases} x^2 = 1 \\ x^2 = 2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = \pm 1 \\ x = \pm \sqrt{2} \end{cases}$ 3. Использование свойств функций.

Пример. Решите уравнение: $\sqrt{x - 7} + \sqrt[3]{x} = 3$.

Решение. ОДЗ: $x - 7 \geq 0, x \geq 7$. $\sqrt{x - 7} + \sqrt[3]{x} = 3; \sqrt{x - 7} = 3 - \sqrt[3]{x}$.
Если $x \geq 7$, то $f(x) = \sqrt{x - 7}$ - возрастает, а $g(x) = 3 - \sqrt[3]{x}$ - убывает, следовательно, уравнение $\sqrt{x - 7} + \sqrt[3]{x} = 3$ имеет единственный корень, $x = 8$.

Ответ: 8.

Задания

Вариант 1	Вариант 2
Решите	уравнения:
1. $\frac{x}{2x+8} = \frac{1}{x}$	1. $\frac{2x-3}{2} = \frac{1}{x}$
2. $\sqrt{x+2} + \sqrt{x+10} = 4$	2. $\sqrt{x+3} + \sqrt{2x-5} + 3 = 0$
3. $9x^2 + 10x + 1 = 0$	3. $5x^2 - x + 2,5 = 0$
4. $2^{x+3} + 2^x = 72$	4. $9^x - 8 \cdot 3^x - 9 = 0$
5. $\log_3(x^2 - 5x + 9) = 2$	5. $\log_3(x^2 + 4x + 8) - 3 = 0$
6. $2\sin^2 x + \sin x - 1 = 0$	6. $\cos 2x + \cos 10x = 0$
7. $\begin{cases} 5x + 3y = 31 \\ 3x + 4y = 23 \end{cases}$	7. $\begin{cases} \frac{x}{2} - \frac{y}{5} = 4 \end{cases}$
8. $\begin{cases} x^2 - y^2 = 5 \\ x^2 - xy + y^2 = 7 \end{cases}$	8. $\begin{cases} 3x + 7y = 65 \\ x^2 + y^2 = 25 \\ x \cdot y = 12 \end{cases}$

Критерии оценки:

«5» - ставится за 7-8 верно выполненных заданий;

«4» - ставится за 5-6 верно выполненных задания;

«3» - за 3-4 верно выполненных задания;

«2» - менее трёх заданий.

Тема 11.1 Уравнения и системы уравнений Неравенства и системы неравенств с двумя переменными

Практическое задание № 34

Иррациональные уравнения. Решение иррациональных уравнений

Цель: закрепление знаний, отработка навыков решения иррациональных уравнений.

Пояснения:

Определение. Иррациональным называется уравнение, содержащее переменную под знаком корня.

Методы решения: 1) возведение в степень обеих частей уравнения;

2) введение новой переменной (замена переменной).

Замечание: при возведении обеих частей уравнения в четную степень возможно появление посторонних корней. В этом случае обязательна проверка найденных корней подстановкой в исходное уравнение.

Пример. Решить уравнение: $\sqrt{4x+8} - \sqrt{3x-2} = 2$.

Решение: Возводим обе части уравнения в квадрат. $(\sqrt{4x+8} - \sqrt{3x-2})^2 = 2^2$;

$$4x + 8 - 2\sqrt{4x+8} \cdot \sqrt{3x-2} + 3x - 2 = 4; \quad 7x + 2 = 2\sqrt{4x+8} \cdot \sqrt{3x-2}.$$

Возводим еще раз в квадрат: $(7x + 2)^2 = (2\sqrt{4x+8} \cdot \sqrt{3x-2})^2$;

$$49x^2 + 28x + 4 = 4 \cdot ((4x + 8) \cdot (3x - 2));$$

$$49x^2 + 28x + 4 = 4 \cdot (12x^2 - 8x + 24x - 16);$$

$$x^2 - 36x + 68 = 0.$$

Найдя корни квадратного уравнения получим: $x_1 = 34$; $x_2 = 2$.

Проверка: $x_1 = 34$: $\sqrt{4 \cdot 34 + 8} - \sqrt{3 \cdot 34 - 2} = \sqrt{144} - \sqrt{100} = 4 - 2 = 2$.

$x_2 = 2$: $\sqrt{4 \cdot 2 + 8} - \sqrt{3 \cdot 2 - 2} = \sqrt{16} - \sqrt{4} = 4 - 2 = 2$.

Ответ: $x_1 = 34$; $x_2 = 2$.

Задания

Вариант 1	Вариант 2
1. $7\sqrt{x} - 2x + 15 = 0$	1. $\sqrt{x+2} - \frac{2}{\sqrt{x+2}} = 1$
2. $\sqrt{x^2 + 3x + 5} = 3$	2. $5 = \sqrt{x^2 - 4x + 20}$
3. $\sqrt{5x-1} = \sqrt{3x+19}$	3. $\sqrt{7x+1} = x-1$

4. $\begin{cases} \sqrt{3y - 2x - 2} = 1 \\ \sqrt{4x - 2y + 3} = 2 \end{cases}$	4. $\begin{cases} \sqrt{2x - 3y + 2} = 3 \\ \sqrt{3x + 2y - 5} = 2 \end{cases}$
---	---

Критерии оценки:

- «5» ставится за 4 верно решенных задания;
- «4» ставится за 3 верно решенных задания;
- «3» ставится за 2 верно решенных задания;
- «2» - если решено менее 2 заданий.

Тема 11.1. Уравнения и системы уравнений.

Неравенства и системы неравенств с двумя переменными

Практическое задание № 35

Решение иррациональных неравенств

Цель: способствовать закреплению навыков решения иррациональных неравенств.

Всякое неравенство, в состав которого входит функция, стоящая под корнем, называется иррациональным.

Иррациональное неравенство вида $\sqrt{f(x)} \leq g(x)$

Равносильно системе неравенств:

$$\begin{cases} f(x) \leq g^2(x) \\ f(x) \geq 0 \\ g(x) \geq 0 \end{cases}$$

Давайте рассмотрим, откуда берется такая система:

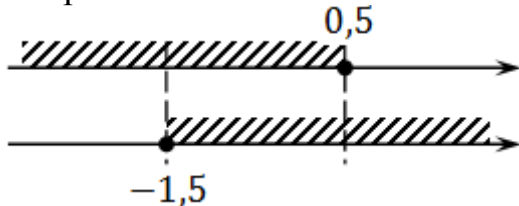
1. $f(x) \leq g^2(x)$. Это исходное неравенство, возведенное в квадрат.
2. $f(x) \geq 0$ — это ОДЗ корня: арифметический квадратный корень существует только из неотрицательного числа.
3. $g(x) \geq 0$ — это область значений корня.

Задача. Решите неравенство:

$$\sqrt{2x + 3} \leq 2$$

$$\sqrt{2x + 3} \leq 2 \Rightarrow \begin{cases} 2x + 3 \leq 4 \\ 2x + 3 \geq 0 \\ 2 \geq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2x \leq 1 \\ 2x \geq -3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \leq 0,5 \\ x \geq -1,5 \end{cases}$$

Из трех неравенств к концу решения осталось только два. Потому что неравенство $2 \geq 0$ выполняется всегда. Пересечем оставшиеся неравенства:



Итак, $x \in [-1,5; 0,5]$. Все точки закрашены, поскольку *неравенства нестрогие*.

Задания

№	Вариант 1	Вариант 2
---	-----------	-----------

Решить неравенства:		
1.	$\sqrt{x-2} \geq 2;$	$\sqrt{x-2} > 3;$
2.	2) $\sqrt{2+x-x^2} \leq 0;$	2) $\sqrt{3-x} < 5;$
3.	3) $\sqrt{4x^2+8x-3} < 0;$	3) $\sqrt{2x^2+3x-2} > 0;$
4.	4) $\sqrt{1+3x} \leq 1-x;$	4) $\sqrt{2+x-x^2} > -1;$
5.	5) $\sqrt{x+3} > x+1$	5) $\sqrt{x+1} < x-1;$

Критерии оценки:

«5» - ставится за 5 верно выполненных заданий;

«4» - ставится за 4 верно сделанных задания;

«3» - ставится за 3 верно выполненных задания;

«2» - если решено менее 3 заданий.

ЛИТЕРАТУРА

Рекомендуемая литература (основная):

1. Башмаков М.И. Математика: учеб. для студ. учреждений СПО / М.И. Башмаков. - 8-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2021. – 256 с. ISBN 978-5-0054-0339-1
2. Филипенко, О. В. Математика: учебное пособие / О. В. Филипенко. – Минск: РИПО, 2019. – 269 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600094> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-503-932-8. – Текст: электронный.
3. Фоминых, Е. И. Математика: практикум / Е. И. Фоминых. – 2-е изд., испр. – Минск: РИПО, 2019. – 441 с.: табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600097> – Библиогр.: с. 320. – ISBN 978-985-503-936-6. – Текст: электронный.
4. Пенчанский, С. Б. Основы начального курса математики в примерах и задачах: учебное пособие / С. Б. Пенчанский. – Минск: РИПО, 2018. – 240 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497498> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-503-830-7. – Текст: электронный

Дополнительная литература:

1. Башмаков, М.И. Математика: учебник / Башмаков М.И. — Москва : КноРУС, 2020. — 394 с. (СПО)— ISBN 978-5-406-01567-4. — URL: <https://book.ru/book/935689>— Текст: электронный.
2. Короев Ю.И. Начертательная геометрия (для СПО) Учебник, КноРус, 2017;
3. Кувшинов Н.С. Начертательная геометрия. Краткий курс (для СПО) Учебное пособие, КноРус, 2017;
4. Сабитов И.Х. Линейная алгебра и аналитическая геометрия, 2-е изд., пер.и доп. Учебник и практикум для СПО, - М.: Научная школа: Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 2018.
5. Манучин В.А. Математическая статистика: Учебное пособие для СПО . М.: Научная школа: Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 2018.
- 1.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»

Колледж ИВГПУ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Методические указания
для самостоятельной работы
обучающихся всех специальностей

Иваново 2018

Составители: Г. Л. Кокурина, М. Д. Чекунова

УДК 54(076)

Основные понятия и законы химии: Методические указания для самостоятельной работы обучающихся всех специальностей / Иван. гос. политехн. ун-т; Сост.: Г. Л. Кокурина, М. Д. Чекунова. – Иваново, 2018. – 40 с.

Методические указания содержат теоретические сведения по основным понятиям химии, включающим расчеты эквивалентов и эквивалентных масс различных соединений. Приведены примеры решения типовых задач, облегчающих самостоятельную работу студентов, а также варианты контрольных заданий.

Методические указания предназначены для обучающихся всех специальностей дневного и заочного обучения.

Химия, как одна из естественных наук, изучает вещества, их состав, строение, свойства.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

Атом — электронейтральная химически неделимая частица, состоящая из положительно заряженного атомного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Вид атомов, характеризующийся определенной совокупностью свойств (в первую очередь положительным зарядом ядра) называется **химическим элементом**.

Молекула — наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.

Однако не всякое вещество состоит из молекул, Существуют вещества немолекулярного строения. К ним относятся ионные и атомные кристаллы.

Если вещество образовано атомами одного вида его называют **простым** (H_2 , Cl_2 , Fe, Ni), если различными — **сложным** (H_2O , CO_2).

Для измерения масс атомов и молекул принята специальная единица — **относительная атомная единица массы** (а.е.м.). За атомную единицу массы принята $1/12$ доля массы атома изотопа углерода ^{12}C - углеродная единица.

Масса атома и молекулы, выраженная в атомных единицах массы называется **относительной атомной массой** (A_r) и соответственно относительной молекулярной массой (M_r).

$$M_r(H_2O) = A_r(H) \cdot 2 + A_r(O) = 1 \cdot 2 + 16 = 18.$$

Количество вещества определяется такой единицей, как моль.

Моль — это количество вещества, содержащее столько структурных единиц (молекул, атомов, ионов или др.) сколько содержится атомов в 12 г изотопа углерода ^{12}C .

Число частиц составляющее моль - $6,02 \cdot 10^{23}$ (постоянная Авогадро).

Масса 1 моль вещества — **молярная масса** (M), численно равна молекулярной или атомной массе этого вещества.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль.}$$

Истинная масса атома элемента (молекулы) называется **абсолютной атомной (молекулярной) массой**

$$m_{\text{абс}}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{18}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

Моль, молярная масса и масса вещества взаимно связаны между собой,

$$n = \frac{m}{M}.$$

Например: $m(\text{H}_2\text{O})=36 \text{ г}$, $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$,

$$\text{то } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{36 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль.}$$

Количественные соотношения веществ в химических реакциях устанавливает **закон эквивалентов**.

«Вещества реагируют между собой в количествах пропорциональных их эквивалентам».

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2},$$

где m_1 и m_2 — массы реагирующих веществ;

\mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 — эквиваленты этих веществ.

Эквивалентом называют количество вещества, которое соединяется с одним молем атомов водорода или замещает то же количество атомов водорода в химических реакциях.

Масса одного эквивалента вещества — **эквивалентная масса** (молярная масса эквивалента) выражается в г/моль.

$$M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = 36.5 \text{ г/моль};$$

$$\text{Э}(\text{HCl}) = 1 \text{ моль}.$$

Закон эквивалентов можно написать, учитывая эквивалентные массы

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_{\text{Э}(1)}}{M_{\text{Э}(2)}}.$$

Если реакцию выразить схемой



то закон эквивалентов будет иметь вид:

$$n_A = n_B = n_C = n_D,$$

где n_A, n_B, n_C, n_D — количество эквивалентов веществ A, B, C, D.

$$n = \frac{m}{M_{\text{Э}}},$$

где m — масса вещества;

$M_{\text{Э}}$ — эквивалентная масса.

В этом случае закон эквивалентов примет вид:

$$\frac{m_1}{M_{\text{Э}(1)}} = \frac{m_2}{M_{\text{Э}(2)}}$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТОВ И ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МАСС

Эквивалентную массу элемента (или простого вещества) определяют, учитывая атомную массу и валентность элемента.

$$M_{\text{Э}} = \frac{M}{B},$$

где M – молярная масса атома элемента:

B – валентность элемента.

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{O}) = ?}$$

$$\text{Ar}(\text{O}) = 16$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ г/моль}$$

$$B = 2$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{O}) = \frac{M(\text{O})}{B} = \frac{16}{2} = 8 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/2 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{H}) = ?}$$

$$\text{Ar}(\text{H}) = 1$$

$$M(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}$$

$$B = 1$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{H}) = \frac{M(\text{H})}{B} = \frac{1}{1} = 1 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{Ca}) = ?}$$

$$\text{Ar}(\text{Ca}) = 40$$

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$B = 2$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{Ca}) = \frac{M(\text{Ca})}{B} = \frac{40}{2} = 20 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/2 \text{ моль} \end{array} \right.$$

Эквивалентную массу сложных веществ определяют, исходя из молекулярной массы.

Эквивалентная масса кислоты

Общая формула кислоты H_nA ,

где H – атом водорода;

n – число замещаемых атомов водорода;

A – анион (кислотный остаток).

$$M_{\text{Э(к)}} = \frac{M_{\text{к}}}{n_{\text{H}}},$$

где $M_{\text{к}}$ – молярная масса кислоты, г/моль;

n – количество замещаемых атомов водорода (основность кислоты).

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = ?}$$

$$Mr(\text{HCl}) = 36,5$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = \frac{M(\text{HCl})}{n_{\text{H}}} = \frac{36,5}{1} = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$\text{Э} = 1 \text{ моль}$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = ?}$$

$$Mr(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98$$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{M(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n_{\text{H}}} = \frac{98}{3} = 32,7 \text{ г/моль}$$

$$\text{Э} = 1/3 \text{ моль}$$

Эквивалентная масса основания

Общая формула основания $\text{K}(\text{OH})_n$,

где K - катион;

n – число замещаемых гидроксильных групп.

$$M_{\text{Э}(\text{OCH})} = \frac{M_{\text{OCH}}}{n_{\text{OH}}},$$

где M_{OCH} – молярная масса основания;

n_{OH} – число замещаемых гидроксильных групп.

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = ?}$$

$$Mr(\text{NaOH}) = 40$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = \frac{M(\text{NaOH})}{n_{\text{OH}}} = \frac{40}{1} = 40 \text{ г/моль}$$

$$\text{Э} = 1 \text{ моль}$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = ?}$$

$$Mr(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78$$

$$M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{Э}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{M(\text{Al}(\text{OH})_3)}{n_{\text{OH}}} = \frac{78}{3} = 26 \text{ г/моль}$$

$$\text{Э} = 1/3 \text{ моль}$$

Эквивалентная масса соли

Общая формула соли K_nA_m ,

где K – катион;

n – число катионов;

A – анион;

m – число анионов.

$$M_{\text{Э(СОЛИ)}} = \frac{M_{\text{СОЛИ}}}{n_{\text{Me}} \cdot B_{\text{Me}}},$$

где n_{Me} – число атомов металла;

B_{Me} – валентность металла.

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{KCl}) = ?}$$

$$M_r(\text{KCl}) = 74,5$$

$$M(\text{KCl}) =$$

$$= 74,5 \text{ г/МОЛЬ}$$

$$n_K = 1$$

$$B_K = 1$$

$$M_{\text{Э}}(\text{KCl}) = \frac{M(\text{KCl})}{n_K \cdot B_K} = \frac{74,5}{1 \cdot 1} = \frac{74,5}{1} = 74,5 \text{ г/МОЛЬ}$$

$$\text{Э} = 1 \text{ МОЛЬ}$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{MgCl}_2) = ?}$$

$$M_r(\text{MgCl}_2) = 95$$

$$M(\text{MgCl}_2) =$$

$$= 95 \text{ г/МОЛЬ}$$

$$n_{\text{Mg}} = 1$$

$$B_{\text{Mg}} = 2$$

$$M_{\text{Э}}(\text{MgCl}_2) = \frac{M(\text{MgCl}_2)}{n_{\text{Mg}} \cdot B_{\text{Mg}}} = \frac{95}{1 \cdot 2} = \frac{95}{2} = 47,5 \text{ г/МОЛЬ}$$

$$\text{Э} = 1/2 \text{ МОЛЬ}$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$$

$$= 106 \text{ г/МОЛЬ}$$

$$n_{\text{Na}} = 2$$

$$B_{\text{Na}} = 1$$

$$M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{n_{\text{Na}} \cdot B_{\text{Na}}} = \frac{106}{2 \cdot 1} = \frac{106}{2} = 53 \text{ г/МОЛЬ}$$

$$\text{Э} = 1/2 \text{ МОЛЬ}$$

$$\underline{M_3(\text{AlCl}_3) = ?}$$

$$Mr(\text{AlCl}_3) = 133.5$$

$$M(\text{AlCl}_3) = 133.5 \text{ г/моль}$$

$$n_{\text{Al}} = 1$$

$$B_{\text{Al}} = 3$$

$$M_3(\text{AlCl}_3) = \frac{M(\text{AlCl}_3)}{n_{\text{Al}} \cdot B_{\text{Al}}} = \frac{133,5}{1 \cdot 3} = \frac{133,5}{3} = 44,5 \text{ г/моль}$$

$$\mathcal{E} = 1/3 \text{ моль}$$

$$\underline{M_3(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = ?}$$

$$Mr(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400$$

$$M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400 \text{ г/моль}$$

$$n_{\text{Fe}} = 2$$

$$B_{\text{Fe}} = 3$$

$$M_3(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)}{n_{\text{Fe}} \cdot B_{\text{Fe}}} = \frac{400}{2 \cdot 3} = \frac{400}{6} = 44,5 \text{ г/моль}$$

$$\mathcal{E} = 1/6 \text{ моль}$$

Эквивалентная масса оксида

Общая формула оксида $\mathcal{E}_x\text{O}_y$,

где \mathcal{E} – химический элемент;

x – число атомов химического элемента;

O – атом кислорода;

y – число атомов кислорода.

$$M_3(\text{ок}) = \frac{M_{\text{ок}}}{n_{\text{O}} \cdot 2},$$

где n_{O} – число атомов кислорода;

2 – валентность кислорода.

$$\underline{M_3(\text{MgO}) = ?}$$

$$Mr(\text{MgO}) = 40$$

$$M(\text{MgO}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$n_{\text{O}} = 1$$

$$M_3(\text{MgO}) = \frac{M(\text{MgO})}{n_{\text{O}} \cdot 2} = \frac{40}{1 \cdot 2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ г/моль}$$

$$\mathcal{E} = 1/2 \text{ моль}$$

$$\underline{M_3(\text{Ag}_2\text{O}) = ?}$$

$$M_r(\text{Ag}_2\text{O}) = 232$$

$$M(\text{Ag}_2\text{O}) = 232 \text{ г/моль}$$

$$n_0 = 1$$

$$M_3(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{M(\text{Ag}_2\text{O})}{n_0 \cdot 2} = \frac{232}{1 \cdot 2} = \frac{232}{2} = 116 \text{ г/моль}$$

$$\mathcal{E} = 1/2 \text{ моль}$$

$$\underline{M_3(\text{SO}_2) = ?}$$

$$M_r(\text{SO}_2) = 64$$

$$M(\text{SO}_2) = 64 \text{ г/моль}$$

$$n_0 = 2$$

$$M_3(\text{SO}_2) = \frac{M(\text{SO}_2)}{n_0 \cdot 2} = \frac{64}{2 \cdot 2} = \frac{64}{4} = 16 \text{ г/моль}$$

$$\mathcal{E} = 1/4 \text{ моль}$$

$$\underline{M_3(\text{Cr}_2\text{O}_3) = ?}$$

$$M_r(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152$$

$$M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152 \text{ г/моль}$$

$$n_0 = 3$$

$$M_3(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{M(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{n_0 \cdot 2} = \frac{152}{3 \cdot 2} = \frac{152}{6} = 25,3 \text{ г/моль}$$

$$\mathcal{E} = 1/6 \text{ моль}$$

Эквиваленты газов

Эквиваленты газов удобнее выражать в объемных единицах.

Согласно следствию из закона Авогадро: *один моль ($6,02 \cdot 10^{23}$ частиц) любого газа при нормальных условиях ($T = 273 \text{ К}$, $P = 101325 \text{ Па}$) занимает объем, равный 22,4 л ($V^0 = 22,4 \text{ л}$).*

Объем, занимаемый одним молем газа, называют **мольным объемом**.

Эквивалентный объем водорода — $V^0_{\mathcal{E}}(\text{H}_2) = ?$

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$M_{\mathcal{E}}(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}$$

$$2 \text{ г} — 22,4 \text{ л}$$

$$1 \text{ г} — V^0_{\mathcal{E}}(\text{H}_2)$$

$$V^0_{\mathcal{E}}(\text{H}_2) = \frac{1 \cdot 22,4}{2} = 11,2 \text{ л}$$

$$V^0_{\mathcal{E}}(\text{H}_2) = 11,2 \text{ л}$$

Эквивалентный объем кислорода — $V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) = ?$

$$\begin{array}{l|l} M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль} & 32 \text{ г} — 22,4 \text{ л} \\ M_{\text{Э}}(\text{O}) = 8 \text{ г/моль} & 8 \text{ г} — V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) \end{array} \quad V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) = \frac{8 \cdot 22,4}{32} = 5,6 \text{ л}$$
$$V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) = 5,6 \text{ л}$$

При условии вступления в реакцию одного твердого вещества, а другого газообразного, для расчетов удобно пользоваться выражением закона эквивалентов в такой форме:

$$\frac{m_1}{M_{\text{Э}(1)}} = \frac{V_2^0}{V_{\text{Э}(2)}^0},$$

где m_1 — масса твердого вещества, г;

$M_{\text{Э}(1)}$ — эквивалентная масса твердого вещества, г/моль;

V_2^0 — объем газообразного вещества, л;

$V_{\text{Э}(2)}^0$ — объем эквивалента газообразного вещества, л.

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Пример 1. Определить эквиваленты брома, кислорода и азота в соединениях HBr , H_2O , NH_3 .

Решение

В указанных соединениях с 1 моль атомов водорода соединяется 1 моль атомов брома, 1/2 моль атомов кислорода и 1/3 моль атомов азота.

Следовательно, эквиваленты равны:

$\text{Э}_{\text{Br}} = 1$ моль, $\text{Э}_{\text{O}} = 1/2$ моль, $\text{Э}_{\text{N}} = 1/3$ моль.

Пример 2. Определить эквиваленты и эквивалентные массы азота в соединениях N_2O , N_2O_3 , NO_2 .

Решение



Mr(N) = 14
M(N) = 14 г/моль
B_N = 1

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{N}) = \frac{M(\text{N})}{B} = \frac{14}{1} = 14 \text{ г/моль} \\ \text{Э}_\text{N} = 1 \text{ моль} \end{array} \right.$$



Mr(N) = 14
M(N) = 14 г/моль
B_N = 3

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{N}) = \frac{M(\text{N})}{B} = \frac{14}{3} = 4,7 \text{ г/моль} \\ \text{Э}_\text{N} = 1/3 \text{ моль} \end{array} \right.$$



Mr(N) = 14
M(N) = 14 г/моль
B_N = 4

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{N}) = \frac{M(\text{N})}{B} = \frac{14}{4} = 3,5 \text{ г/моль} \\ \text{Э}_\text{N} = 1/4 \text{ моль} \end{array} \right.$$

Пример 3. Эквивалентная масса трехвалентного металла равна 9. Вычислить атомную массу металла.

Решение

Эквивалентная масса металла

$$M_{\text{Э}}(\text{Me}) = \frac{M(\text{Me})}{B},$$

где $M_{\text{Э}}(\text{Me})$ – эквивалентная масса металла;

$M(\text{Me})$ - молярная масса атомов металла;

B – валентность металла.

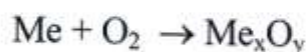
$$9 = \frac{M(\text{Me})}{3}; \quad M(\text{Me}) = 9 \cdot 3 = 27 \text{ г/моль.}$$

Молярная масса атомов металла $M(\text{Me})$ численно равна относительной атомной массе (A_r).

$$A_r(\text{Me}) = 27$$

Пример 4. При сгорании 5,0 г металла образуется 9,44 г оксида металла. Определить эквивалентную массу металла.

Решение



Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{Me}}}{M_{\text{Э}}(\text{Me})} = \frac{m_{\text{O}_2}}{M_{\text{Э}}(\text{O})},$$

где m_{Me} и m_{O_2} - массы металла и кислорода;

$M_{\text{Э}}(\text{Me})$ и $M_{\text{Э}}(\text{O})$ - эквивалентные массы металла и кислорода.

Масса кислорода $m_{\text{O}_2} = 9,44 - 5 = 4,44$ г

$$M_{\text{Э}}(\text{O}) = \frac{M(\text{O})}{\nu} = \frac{16}{2} = 8 \text{ г/моль}$$

$$\frac{5}{M_{\text{Э}}(\text{Me})} = \frac{4,44}{8}; \quad M_{\text{Э}}(\text{Me}) = \frac{5 \cdot 8}{4,44} = 9 \text{ г/моль}$$

Пример 5. Вещество содержит 39,0% серы и мышьяк. Вычислить эквивалентную массу мышьяка, если эквивалентная масса серы 16 г/моль.

Решение



Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{As}}}{m_{\text{S}}} = \frac{M_{\text{Э}}(\text{As})}{M_{\text{Э}}(\text{S})},$$

где m_{As} и m_{S} - массы мышьяка и серы;

$M_{\text{Э}}(\text{As})$ и $M_{\text{Э}}(\text{S})$ - эквивалентные массы мышьяка и серы.

В сульфиде мышьяка на 39 г серы приходится 61 г мышьяка

$$m_{\text{As}} = 100 - 39 = 61 \text{ г.}$$

$$\frac{61}{39} = \frac{M_{\text{Э}}(\text{As})}{16}; \quad M_{\text{Э}}(\text{As}) = \frac{61 \cdot 16}{39} = 25 \text{ г/моль}$$

Пример 6. На восстановление 7,09 г оксида двухвалентного металла требуется 2,24 л водорода, измеренного при нормальных условиях (н. у.). Вычислить эквивалентную массу металла и его оксида.

Решение

Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{MeO}}}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{V_{\text{H}_2}^0}{V_{\text{э}}^0(\text{H}_2)},$$

где m_{MeO} – масса оксида металла, г;

$M_{\text{э}}(\text{MeO})$ – эквивалентная масса оксида, г/моль;

$V_{\text{э}}^0(\text{H}_2)$ – эквивалентный объем водорода, л.

$$V_{\text{э}}^0(\text{H}_2) = 11,2 \text{ л.}$$

$$\frac{7,09}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{2,24}{11,2}; \quad M_{\text{э}}(\text{MeO}) = \frac{7,09 \cdot 11,2}{2,24} = 35,45 \text{ г/моль}$$

Согласно закону эквивалентов

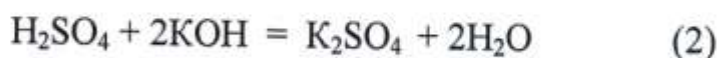
$$M_{\text{э}}(\text{MeO}) = M_{\text{э}}(\text{O}) + M_{\text{э}}(\text{Me}),$$

где $M_{\text{э}}(\text{MeO})$, $M_{\text{э}}(\text{O})$ и $M_{\text{э}}(\text{Me})$ — эквивалентные массы оксида металла, кислорода и металла.

$$M_{\text{э}}(\text{O}) = 8 \text{ г/моль, то } 35,45 = M_{\text{э}}(\text{Me}) + 8;$$

$$\underline{M_{\text{э}}(\text{Me})} = 35,45 - 8 = 27,45 \text{ г/моль.}$$

Пример 7. Вычислить эквивалентные массы и эквиваленты H_2SO_4 в реакциях, выраженных уравнениями.



Решение 1

В соответствии с законом эквивалентов

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{KOH}},$$

то есть количество эквивалентов одного из реагирующих веществ равно количеству эквивалентов другого вещества.

$$M_{\text{Э}}(\text{KOH}) = \frac{M}{n_{\text{OH}}} = \frac{56}{1} = 56 \text{ г/моль},$$

$$\text{Э}_{\text{KOH}} = 1 \text{ моль}.$$

Следовательно, в реакции (1) количество эквивалентов KOH, реагирующих с одним молем H_2SO_4 равно одному ($n_{\text{KOH}} = 1$), также как и количество эквивалентов H_2SO_4 ($n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1$).

То есть в реакции (1) $\text{Э}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1$ моль,

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{1} = 98 \text{ г/моль}.$$

В реакции (2) количество эквивалентов KOH равняется уже двум ($n_{\text{KOH}} = 2$). Поскольку 1 моль H_2SO_4 вступает в реакцию с двумя эквивалентами KOH, то $\text{Э}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1/2$ моль,

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г/моль}.$$

Решение 2

Эквивалентная масса кислоты равна молярной массе (M), деленной на число атомов водорода, замещенных в данной реакции на металл. Следовательно, эквивалентная масса H_2SO_4 в реакции (1):

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{1} = 98 \text{ г/моль}; \quad \text{Э}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль}$$

Соответственно, эквивалентная масса H_2SO_4 в реакции (2):

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г/моль}; \quad \text{Э}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2 \text{ моль}$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант №1

Задача 1. Определить эквивалентную массу элемента в оксиде, содержащем 60% кислорода.

Ответы:

1) 5,3 г/моль; 2) 19,6 г/моль; 3) 16 г/моль; 4) 32 г/моль.

Задача 2. Какой объем при н.у. занимают 22,4 г кислорода?

Ответы:

1) 31,4 л; 2) 15,7 л; 3) 32,0 л; 4) 16,0 л.

Задача 3. Чему равна эквивалентная масса хрома в соединении $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$?

Ответы:

1) 17 г/моль; 2) 52 г/моль; 3) 13 г/моль; 4) 26 г/моль.

Задача 4. Одинаковое ли число молекул содержится в 20 г кислорода и 20 г водорода?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 20 г кислорода молекул больше; 3) в 20 г водорода молекул больше.

Задача 5. Чему равна эквивалентная масса CO_2 ?

Ответы:

1) 44 г/моль; 2) 88 г/моль; 3) 11 г/моль; 4) 22 г/моль.

Вариант № 2

Задача 1. Определить эквивалентную массу элемента, если его водородное соединение содержит 5% водорода.

Ответы:

1) 19,0 г/моль; 2) 38 г/моль; 3) 20,0 г/моль.

Задача 2. В каком из соединений эквивалентная масса азота равна его атомной массе?

Ответы:

1) NO; 2) NH₃; 3) NO₂; 4) N₂O.

Задача 3. Укажите вид математического выражения закона эквивалентов, если одно из веществ, участвующих в реакции, находится в газообразном состоянии.

Ответы:

$$1) \frac{m_1}{\Xi_1} = \frac{m_2}{\Xi_2}; 2) \frac{m_1}{M_{\Xi(1)}} = \frac{V_2^0}{V_{\Xi(2)}^0}; 3) \frac{m_1}{m_2} = \frac{V_{\Xi(1)}}{V_{\Xi(2)}}.$$

Задача 4. Чему равна эквивалентная масса фосфорной кислоты в реакции
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}?$$

Ответы:

1) 196 г/моль; 2) 14,98 г/моль; 3) 49 г/моль; 4) 32,7 г/моль.

Задача 5. Одинаковое ли число молекул в 0,5 моль кислорода и 0,5 моль углекислого газа при 290⁰К и давлении 2·10⁵ Па?

Ответы:

1) одинаковое; 2) больше в 0,5 моль углекислого газа; 3) больше в 0,5 моль кислорода.

Вариант №3

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу серной кислоты в реакции
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 196 г/моль; 2) 98,0 г/моль; 3) 49 г/моль; 4) 32,6 г/моль.

Задача 2. Какой объем кислорода занимает при н.у. одна эквивалентная масса кислорода?

Ответы:

1) 5,6 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 22,4 дм³; 4) 44,8 дм³.

Задача 3. Сколько граммов водорода выделится при растворении в соляной кислоте 10 г металла с эквивалентной массой 9 г/моль?

Ответы:

1) 2,2 г; 2) 1,1 г; 3) 0,9 г.

Задача 4. Вычислить абсолютную массу молекулы кислорода.

Ответы:

1) 8,0 г; 2) $1,33 \cdot 10^{-23}$ г; 3) 32 г; 4) $5,3 \cdot 10^{-23}$ г.

Задача 5. Определить молекулярную массу газа, если 1,8 г его при н.у. занимают объем 1 дм³.

Ответы:

1) 18 г/моль; 2) 20 г/моль; 3) 40 г/моль; 4) 0,3 г/моль.

Вариант № 4

Задача 1. Для растворения 1,7 г металла с образованием средней соли потребовалось 1,5 г H_2SO_4 . Определить эквивалентную массу металла.

Ответы:

1) 43,2 г/моль; 2) 86,5 г/моль; 3) 55,5 г/моль; 4) 111,0 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса соды в реакции
 $Na_2CO_3 + 2HCl = H_2CO_3 + 2NaCl$?

Ответы:

1) 106/6 г/моль; 2) 106/3 г/моль; 3) 106/2 г/моль; 4) 106 г/моль.

Задача 3. Какой объем при н.у. занимают 4 эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 11,2 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 44,8 дм³; 4) 98,6 дм³.

Задача 4. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 дм³ кислорода и в 1 дм³ углекислого газа при н.у.?

Ответы:

1) одинаковое; 2) больше молекул в 1 дм³ кислорода; 3) больше молекул в 1 дм³ углекислого газа.

Задача 5. Масса 1 дм³ газа при н.у. составляет 1,3 г. Вычислить молярную массу газа.

Ответы:

1) 29,1 г/моль; 2) 14,3 г/моль; 3) 57,2 г/моль

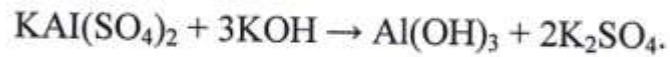
Вариант № 5

Задача 1. Какой объем водорода при н.у. выделится при растворении в кислоте 3 г металла с эквивалентной массой 12 г/моль?

Ответы:

1) 3,7 дм³; 2) 2,8 дм³; 3) 11,7 дм³.

Задача 2. Определить эквивалентную массу соли $KAl(SO_4)_2$ в обменной реакции



Ответы:

1) 258 г/моль; 2) 129 г/моль; 3) 86 г/моль; 4) 64,5 г/моль;

Задача 3. Какой объем при н.у. занимают 16 г кислорода?

Ответы:

1) 22,4 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 5,6 дм³; 4) 32 дм³.

Задача 4. Вычислить эквивалентную массу $Ca(OH)_2$.

Ответы:

1) 74 г/моль; 2) 37 г/моль; 3) 148 г/моль; 4) 18,5 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают 4 эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 11,2 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 44,8 дм³; 4) 89,6 дм³.

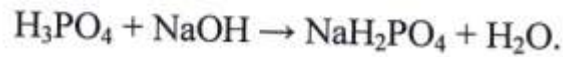
Вариант № 6

Задача 1. Определить эквивалентную массу элемента, если его оксид содержит 24% кислорода.

Ответы:

1) 76 г/моль; 2) 25 г/моль; 3) 50 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу фосфорной кислоты в обменной реакции



Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 79 г/моль; 3) 32,6 г/моль; 4) 41 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 г кислорода и 1 г углекислого газа?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 1 г кислорода молекул больше; 3) в 1 г углекислого газа молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу соды Na_2CO_3 .

Ответы:

1) 106 г/моль; 2) 53 г/моль; 3) 83 г/моль; 4) 41,5 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы водорода?

Ответы:

1) 5,6 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 11,2 дм³; 4) 44,8 дм³.

Вариант № 7

Задача 1. При сгорании 21 г металла образуется 35 г оксида металла. Определить эквивалентную массу металла.

Ответы:

- 1) 48,0 г/моль; 2) 24 г/моль; 3) 12 г/моль; 4) 42 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Ответы:

- 1) 310 г/моль; 2) 155 г/моль; 3) 103,3 г/моль; 4) 51,7 г/моль.

Задача 3. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы водорода?

Ответы:

- 1) 22,4 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 5,6 дм³; 4) 14,8 дм³.

Задача 4. Определить эквивалентную массу $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в обменной реакции
$$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

- 1) 97,5 г/моль; 2) 80,5 г/моль; 3) 48,7 г/моль; 4) 99,5 г/моль.

Задача 5. Определить молярную массу газа, если 1,8 г его при н.у. занимают объем 1 дм³.

Ответ:

- 1) 18 г/моль; 2) 20 г/моль; 3) 40 г/моль; 4) 40,32 г/моль.

Вариант № 8

Задача 1. Определить эквивалентную массу кислоты, 3 г которой содержат 0,5 г водорода, способного замещаться на металл.

Ответы:

- 1) 1,67 г/моль; 2) 0,6 г/моль; 3) 6 г/моль; 4) 1,5 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу $KAl(SO_4)_2$ в обменной реакции
 $KAl(SO_4)_2 + 2BaCl_2 \rightarrow KCl + AlCl_3 + 2BaSO_4$.

Ответы:

- 1) 258 г/моль; 2) 129 г/моль; 3) 86 г/моль; 4) 64,5 г/моль.

Задача 3. Какой объем при н.у. занимает 1 кг водорода?

Ответы:

- 1) 1 м³; 2) 22,4 дм³; 3) 11,2 дм³; 4) 11,2 м³.

Задача 4. Определить эквивалентную массу $FeCl_3$.

Ответы:

- 1) 162 г/моль; 2) 160 г/моль; 3) 81 г/моль; 4) 54 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы углекислого газа CO_2 ?

Ответы:

- 1) 44,8 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 11,2 дм³; 4) 5,6 дм³.

Вариант № 9

Задача 1. Какое количество металла с эквивалентной массой 28 г/моль вытеснит из кислоты 2,8 дм³ водорода при н.у.?

Ответы:

1) 1,4 г; 2) 14 г; 3) 2,8 г; 4) 7 г.

Задача 2. Определить эквивалентную массу $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в обменной реакции
$$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 97,5 г/моль; 2) 80,5 г/моль; 3) 48,7 г/моль; 4) 40,2 г/моль.

Задача 3. Определить массу 1 м³ углекислого газа при н.у.

Ответы:

1) 22,4 кг; 2) 1 кг; 3) 1,96 кг; 4) 0,51 кг.

Задача 4. Определить эквивалентную массу гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$

Ответы:

1) 136 г/моль; 2) 145 г/моль; 3) 68 г/моль; 4) 72,5 г/моль.

Задача 5. Сколько моль воды содержится в 1 кг воды?

Ответы:

1) 55,5; 2) 0,055; 3) 22,4; 4) 62,5.

Вариант № 10

Задача 1. При взаимодействии 10 г металла с кислородом образовалось 14 г оксида металла. Определить эквивалентную массу оксида металла.

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 28 г/моль; 3) 14 г/моль; 4) 20 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу Na_2CO_3 в обменной реакции
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}.$$

Ответы:

1) 106 г/моль; 2) 83 г/моль; 3) 53 г/моль; 4) 122 г/моль.

Задача 3. Какой объем занимают две эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 22,4 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 44,8 дм³; 4) 5,6 дм³.

Задача 4. Определить эквивалентную массу H_3PO_4 .

Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 82 г/моль; 3) 32,7 г/моль; 4) 27,3 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают $1,2 \cdot 10^{24}$ молекул углекислого газа?

Ответы:

1) 52,8 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 44,8 дм³; 4) 11,2 дм³.

Вариант № 11

Задача 1. Определить эквивалентную массу кислоты, если 3 г её содержат 0,1 г водорода, способного замещаться на металл.

Ответы:

1) 20 г/моль; 2) 30 г/моль; 3) 1 г/моль; 4) 3 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу H_3PO_4 в обменной реакции
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 49 г/моль; 3) 32,6 г/моль; 4) 82 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 л кислорода и в 1 л водорода при н.у.?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 1 л кислорода молекул больше; 3) в 1 л водорода молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу CaCO_3 .

Ответы:

1) 100 г/моль; 2) 50 г/моль; 3) 102 г/моль; 4) 58 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы азота?

Ответы:

1) 7,5 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 5,6 дм³; 4) 3,7 дм³.

Вариант № 12

Задача 1. Определить атомную массу пятивалентного элемента, если в его соединении с серой на 1,0 г элемента приходится 1,07 серы с эквивалентной массой 16 г/моль.

Ответы:

1) 80 г/моль; 2) 85,5 г/моль; 3) 75 г/моль; 4) 70 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу Na_2CO_3 в обменной реакции
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 106 г/моль; 2) 53 г/моль; 3) 83 г/моль; 4) 41,5 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 моль-экв водорода и в 1 моль-экв кислорода при н.у.?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 1 моль-экв водорода молекул больше;
3) в 1 моль-экв кислорода молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Ответы:

1) 241 г/моль; 2) 80,3 г/моль; 3) 133,3 г/моль; 4) 44,4 г/моль.

Задача 5. Вычислить абсолютную массу молекулы CO_2 .

Ответы:

1) 44 г; 2) $7,3 \cdot 10^{-23}$ кг; 3) $2,6 \cdot 10^{-21}$ г; 4) $7,3 \cdot 10^{-23}$ г.

Вариант № 13

Задача 1. Определить эквивалентную массу металла, если при растворении 10 г его в соляной кислоте выделилось 2 дм^3 водорода при н.у.

Ответы:

1) 14 г/моль; 2) 28 г/моль; 3) 56 г/моль; 4) 112 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ в обменной реакции

$$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$$

Ответы:

1) 283 г/моль; 2) 141,5 г/моль; 3) 94,3 г/моль; 4) 70,8 г/моль.

Задача 3. Какой объем занимают 0,5 моль-экв кислорода при н.у.?

Ответы:

1) $22,4 \text{ дм}^3$; 2) $11,2 \text{ дм}^3$; 3) $5,6 \text{ дм}^3$; 4) $2,8 \text{ дм}^3$.

Задача 4. Определить эквивалентную массу CaSiO_3 .

Ответы:

1) 116 г/моль; 2) 58 г/моль; 3) 29 г/моль; 4) 19,3 г/моль.

Задача 5. Сколько моль молекул водорода содержится в $0,1 \text{ м}^3$ водорода при н.у.?

Ответы:

1) 22,4; 2) 45,0; 3) 4,5; 4) 4,46.

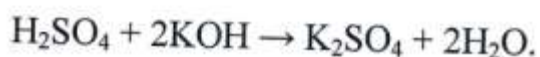
Вариант № 14

Задача 1. При сгорании 21 г металла образуется 35,5 г оксида металла. Определить эквивалентную массу металла.

Ответы:

- 1) 48 г/моль; 2) 24 г/моль; 3) 11,6 г/моль; 4) 23,2 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу серной кислоты в обменной реакции



Ответы:

- 1) 98 г/моль; 2) 96 г/моль; 3) 49 г/моль; 4) 48 г/моль.

Задача 3. Какова масса 5,6 м³ кислорода при н.у.?

Ответы:

- 1) 4 г; 2) 4 кг; 3) 16 кг; 4) 32 кг.

Задача 4. Определить эквивалентную массу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Ответы:

- 1) 172 г/моль; 2) 136 г/моль; 3) 86 г/моль; 4) 68 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают 14,7 г кислорода?

Ответы:

- 1) 14,7 дм³; 2) 5,1 дм³; 3) 10,3 дм³; 4) 20,6 дм³.

Вариант № 15

Задача 1. На восстановление 5,6 г оксида металла потребовалось 2,24 дм³ водорода при н.у. Определить эквивалентную массу оксида металла.

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 20 г/моль; 3) 9 г/моль; 4) 28 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу $\text{Cr}(\text{SO}_4)_3$ в обменной реакции
$$\text{Cr}(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4.$$

Ответы:

1) 392 г/моль; 2) 196 г/моль; 3) 130,7 г/моль; 4) 65,3 г/моль.

Задача 3. Определить массу 0,5 м³ аргона при н.у. Самостоятельными частицами аргона являются атомы.

Ответы:

1) 0,5 кг; 2) 0,9 кг; 3) 0,29; 4) 11,2 кг.

Задача 4. Определить эквивалентную массу Ag_2O .

Ответы:

1) 232 г/моль; 2) 116 г/моль; 3) 124 г/моль; 4) 62 г/моль;

Задача 5. Вычислить массу $1,503 \cdot 10^{23}$ атомов меди.

Ответы:

1) 32 г; 2) $1,505 \cdot 10^{23}$; 3) 16 г; 4) 15,9.

Вариант № 16

Задача 1. Определить массу металла необходимого для вытеснения из кислоты $0,5 \text{ дм}^3$ водорода, если эквивалентная масса металла равна $12,15 \text{ г/моль}$.

Ответы:

1) $0,27 \text{ г}$; 2) $0,54 \text{ г}$; 3) $6,075 \text{ г}$; 4) 272 г .

Задача 2. Определить эквивалентную массу Cu(OH)_2 в обменной реакции
$$\text{Cu(OH)}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cu(OH)Cl} + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) $97,5 \text{ г/моль}$; 2) $80,5 \text{ г/моль}$; 3) $48,7 \text{ г/моль}$; 4) $40,2 \text{ г/моль}$.

Задача 3. Вычислить абсолютную массу молекулы углекислого газа.

Ответы:

1) 44 г ; 2) 28 г ; 3) $4,65 \cdot 10^{-23} \text{ г}$; 4) $7,3 \cdot 10^{-23} \text{ г}$.

Задача 4. Определить эквивалентную массу метакремниевой кислоты H_2SiO_3 .

Ответы:

1) 78 г/моль ; 2) 39 г/моль ; 3) 26 г/моль ; 4) $19,5 \text{ г/моль}$.

Задача 5. Определить молярную массу вещества, если $2,3 \text{ г}$ его при н.у. занимают объем 2 дм^3 .

Ответы:

1) 26 г/моль ; 2) 13 г/моль ; 3) 52 г/моль ; 4) 29 г/моль .

Вариант № 17

Задача 1. Определить процентное содержание кислорода в оксиде, зная, что эквивалентная масса металла равна 9 г/моль.

Ответы:

1) 80%; 2) 2,89%; 3) 53%; 4) 47%.

Задача 2. Определить эквивалентную массу CaHPO_4 в обменной реакции
 $3\text{CaHPO}_4 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{HPO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Ответы:

1) 136 г/моль; 2) 22,7 г/моль; 3) 45,3 г/моль; 4) 408 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул в 1 г водорода и в 1 г кислорода?

Ответы:

1) одинаковое; 2) молекул больше в 1 г водорода; 3) в 1 г кислорода молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу SiO_2 .

Ответы:

1) 60 г/моль; 2) 30 г/моль; 3) 20 г/моль; 4) 15 г/моль.

Задача 5. Какой объем занимают 11 г углекислого газа CO_2 при н.у.?

Ответы:

1) 44,8 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 11,2 дм³; 4) 5,6 дм³.

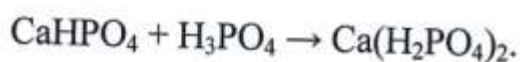
Вариант № 18

Задача 1. Чему равна эквивалентная масса серы в соединении, содержащем 40% серы и 60% кислорода?

Ответы:

- 1) 32 г/моль; 2) 53 г/моль; 3) 26,5 г/моль; 4) 5,3 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу соли CaHPO_4 в обменной реакции



Ответы:

- 1) 136 г/моль; 2) 272 г/моль; 3) 68 г/моль; 4) 45,3 г/моль.

Задача 3. Определить эквивалентную массу K_2SiO_3 .

Ответы:

- 1) 153 г/моль; 2) 308 г/моль; 3) 77 г/моль; 4) 38,5 г/моль.

Задача 4. Какой объем при н.у. занимают 4 г водорода?

Ответы:

- 1) 89,6 дм³; 2) 22,4 дм³; 3) 44,8 дм³; 4) 11,2 дм³.

Задача 5. Сколько молекул составляют 11 г углекислого газа?

Ответы:

- 1) $48,4 \cdot 10^{24}$; 2) $1,5 \cdot 10^{23}$; 3) $0,55 \cdot 10^{23}$; 4) $1,58 \cdot 10^{23}$.

Вариант № 19

Задача 1. Какое количество металла с эквивалентной массой 28 г/моль вытеснит из кислоты 2,8 дм³ водорода (н. у.)?

Ответы:

1) 1,4 г; 2) 14 г; 3) 2,8 г; 4) 7 г.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?

Ответы:

1) $\frac{342}{6}$ г/моль; 2) $\frac{342}{3}$ г/моль; 3) $\frac{342}{2}$ г/моль.

Задача 3. Вычислить эквивалентную массу $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ в реакции
 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 3\text{KOH} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$.

Ответы:

1) 94,30 г/моль; 2) 141,50 г/моль; 3) 70,75 г/моль.

Задача 4. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении CO_2 ?

Ответы:

1) 12,0 г/моль; 2) 6,0 г/моль; 3) 3,0 г/моль.

Задача 5. В каком количестве NaOH содержится столько же эквивалентных масс, сколько в 140 г KOH ?

Ответы:

1) 50 г; 2) 200 г; 3) 100 г.

Вариант № 20

Задача 1. При взаимодействии 10 г металла с кислородом образовалось 14 г оксида металла. Определить эквивалентную массу оксида металла.

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 14 г/моль; 3) 28 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса кальция в соединении $\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_3$?

Ответы:

1) $\frac{40}{2}$ г/моль; 2) $\frac{40}{3}$ г/моль; 3) $\frac{120}{2}$ г/моль; 4) $\frac{120}{2 \cdot 3}$ г/моль

Задача 3. Какой объем при нормальных условиях занимают $1,20 \cdot 10^{24}$ молекул CO_2 ?

Ответы:

1) 52,8 дм³; 2) 224,0 дм³; 3) 44,8 дм³; 4) 89,6 дм³

Задача 4. Сколько эквивалентных масс кислорода содержится в 64 г O_2 ?

Ответы:

1) 1; 2) 2; 3) 4; 4) 8.

Задача 5. Вычислить эквивалентную массу $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$ в реакции $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{BaSO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$.

Ответы:

1) 90,4 г/моль; 2) 70,7 г/моль; 3) 141,5 г/моль.

Вариант № 21

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу кислоты, если 3 г кислоты содержат 0,1 г водорода.

Ответы:

- 1) 20 г/моль; 2) 30 г/моль; 3) 2 г/моль; 4) 3 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса соединения Na_2SO_4 ?

Ответы:

- 1) $\frac{142}{1}$ г/моль; 2) $\frac{142}{2}$ г/моль; 3) $\frac{142}{4}$ г/моль; 4) $\frac{1142}{12}$ г/моль

Задача 3. Какой объем при нормальных условиях занимают две эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

- 1) 22,4 дм³; 2) 44,8 дм³; 3) 5,6 дм³; 4) 11,2 дм³

Задача 4. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении CO?

Ответы:

- 1) 48 г/моль; 2) 24 г/моль; 3) 12 г/моль; 4) 6 г/моль.

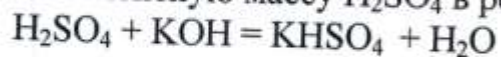
Задача 5. На нейтрализацию 2 г основания израсходовано 4,28 г HCl. Вычислить эквивалентную массу основания.

Ответы:

- 1) 8,5 г/моль; 2) 17 г/моль; 3) 78,0 г/моль.

Вариант № 22

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу H_2SO_4 в реакции:



Ответы:

- 1) 196 г/моль; 2) 98,0 г/моль; 3) 49,0 г/моль; 4) 32,6 г/моль.

Задача 2. Вычислить объем, который занимают при н. у. эквивалентные массы кислорода.

Ответы:

- 1) 5,6 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 16,8 дм³; 4) 22,4 дм³

Задача 3. Сколько граммов водорода выделится при растворении в HCl 10 г металла с эквивалентной массой 9 г/моль?

Ответы:

- 1) 2,2 г; 2) 1,1 г; 3) 0,9 г.

Задача 4. Вычислить абсолютную массу молекулы кислорода.

Ответы:

- 1) 8 г; 2) $1,33 \cdot 10^{-23}$ г; 3) 3,2 г; 4) $5,3 \cdot 10^{-23}$ г.

Задача 5. Определить эквивалентную массу железа, если известно, что при взаимодействии с HCl образуется $FeCl_2$.

Ответы:

- 1) 56 г/моль; 2) 28,0 г/моль; 3) 18,6 г/моль.

Вариант № 23

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу H_2SO_4 в реакции
 $H_2SO_4 + KOH = KHSO_4 + H_2O$.

Ответы:

- 1) 196 г/моль; 2) 98,0 г/моль; 3) 49,0 г/моль; 4) 32,6 г/моль.

Задача 2. Вычислить объем, который занимают при н. у. три эквивалентные массы кислорода.

Ответы:

- 1) 5,6 дм³; 2) 11,2 дм³; 3) 16,8 дм³; 4) 22,4 дм³

Задача 3. Сколько граммов водорода выделится при растворении в HCl 10 г металла с эквивалентной массой 9 г/моль?

Ответы:

- 1) 2,2 г; 2) 1,1 г; 3) 0,9 г.

Задача 4. Вычислить абсолютную массу молекулы кислорода.

Ответы:

- 1) 8 г; 2) $1,33 \cdot 10^{-23}$ г; 3) 3,2 г; 4) $5,3 \cdot 10^{-23}$ г.

Задача 5. Определить эквивалентную массу железа, если известно, что при взаимодействии с HCl образуется $FeCl_2$.

Ответы:

- 1) 56 г/моль; 2) 28,0 г/моль; 3) 18,6 г/моль.

Вариант № 24

Задача 1. Определить эквивалентную массу металла, если его оксид содержит 40 % кислорода.

Ответы:

- 1) 24,0 г/моль; 2) 12,0 г/моль; 3) 40,0 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении CO_2 ?

Ответы:

- 1) 12,0 г/моль; 2) 6,0 г/моль; 3) 3,0 г/моль.

Задача 3. Определить эквивалентную массу кислоты $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Ответы:

- 1) $\frac{215}{1}$ г/моль; 2) $\frac{215}{3}$ г/моль; 3) $\frac{215}{6}$ г/моль; 4) $\frac{215}{3+1+6}$ г/моль

Задача 4. Какое количество металла, эквивалентная масса которого 28 г/моль, вытеснит из кислоты 700 см³ водорода?

Ответы:

- 1) 1,68 г; 2) 3,0 г; 3) 1,75 г.

Задача 5. Чему равна эквивалентная масса CuSO_4 ?

Ответы:

- 1) 80,0 г/моль; 2) 40,0 г/моль; 3) 320,0 г/моль; 4) 160,0 г/моль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основные источники

1. Никитина, Н.Г. Общая и неорганическая химия, в 2 ч. Часть 2. Химия элементов: учебник и практикум для СПО / Н.Г. Никитина, В.И. Гребенькова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 322 с. - (Серия: Профессиональное образование). – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-2-himiya-elementov-438696>

Дополнительные источники

2. Росин, И.В. Химия: учебник и задачник для СПО / И.В. Росин, Л.Д.Т омина, С.Н. Соловьев. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 420 с. – Серия : Профессиональное образование Режим доступа : <https://biblio-online.ru/book/himiya-uchebnik-i-zadachnik-433742>
3. Мартынова, Т.В. Химия : учебник и практикум для СПО / Т.В. Мартынова, И.В. Артамонова, Е.Б. Годунов; под ред. Т.В. Мартыновой. – 2-е изд., испр. И доп.-М.: Издательство Юрайт, 2019. – 368 с. -(Серия: Профессиональное образование) Режим доступа : <https://biblio-online.ru/viewer/himiya-4390671>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Первоначальные химические понятия.....	3
Определение эквивалентов и эквивалентных масс	5
Примеры выполнения заданий	11
Контрольные задания	16
Библиографический список	40

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»

Ивановский политехнический колледж

Проецирование точек, линий и плоскостей.

Позиционные и метрические задачи

Методические указания
к выполнению графической работы
для обучающихся всех образовательных программ
среднего профессионального образования

Иваново 2021

Методические указания и задания предназначены для обучающихся СПО содержат задачи и вопросы по начертательной геометрии, рекомендуемые при решении на практических занятиях, при выполнении домашних заданий и графических работ, при подготовке к экзамену.

Составители: д-р техн. наук, проф. Е.Н. Никифорова

Научный редактор канд. техн. наук, доц. Т.Н. Фомичева

ВВЕДЕНИЕ

Успешное усвоение основных положений теории начертательной геометрии и развитие необходимого для будущего инженера пространственного представления немислимы без приобретения умений и навыков в решении задач на чертеже. При этом необходимо отрабатывать те графические приемы, которые многократно используются при решении различных типов задач (например, построение третьей проекции точки по двум данным, построение недостающей проекции точки, принадлежащей прямой линии, плоскости и поверхности, построение прямой уровня в плоскости и др.). Особое внимание следует уделять качеству графических построений, точности и аккуратности в проведении всех линий, в выполнении всех необходимых обозначений. При возникновении трудностей в понимании материала полезно прибегать к моделированию изучаемых графических фигур. Только систематическое и последовательное изучение всех разделов курса в сочетании с многократным решением типовых задач может служить основой приобретения прочных знаний.

Данные методические указания предназначены для студентов всех специальностей. Задания распределены по темам в той последовательности, которая соответствует изложению материала на лекциях.

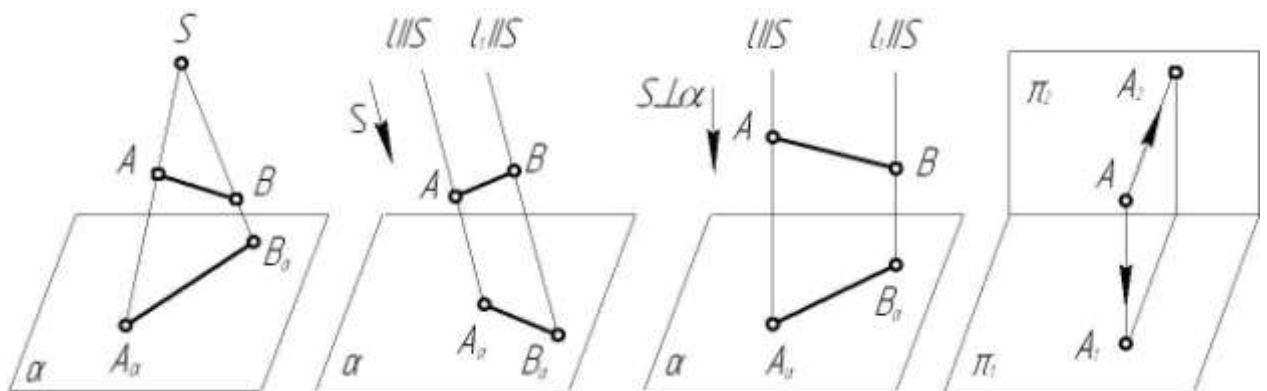
Часть задач студенты решают самостоятельно при подготовке к очередному практическому занятию, предварительно проработав теоретический материал по конспекту лекций и рекомендованной литературе. Другую часть задач студенты решают на практических занятиях под руководством преподавателя. Перед решением задач рекомендуется ответить на вопросы, позволяющие выявить степень готовности студента по соответствующему разделу теоретического курса. Выбор задач определяется преподавателем.

Для проверки приобретенных знаний и навыков в решении задач предлагаются вопросы для самоконтроля.

Методические указания могут быть использованы студентами при подготовке к экзамену по начертательной геометрии и инженерной графике.

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

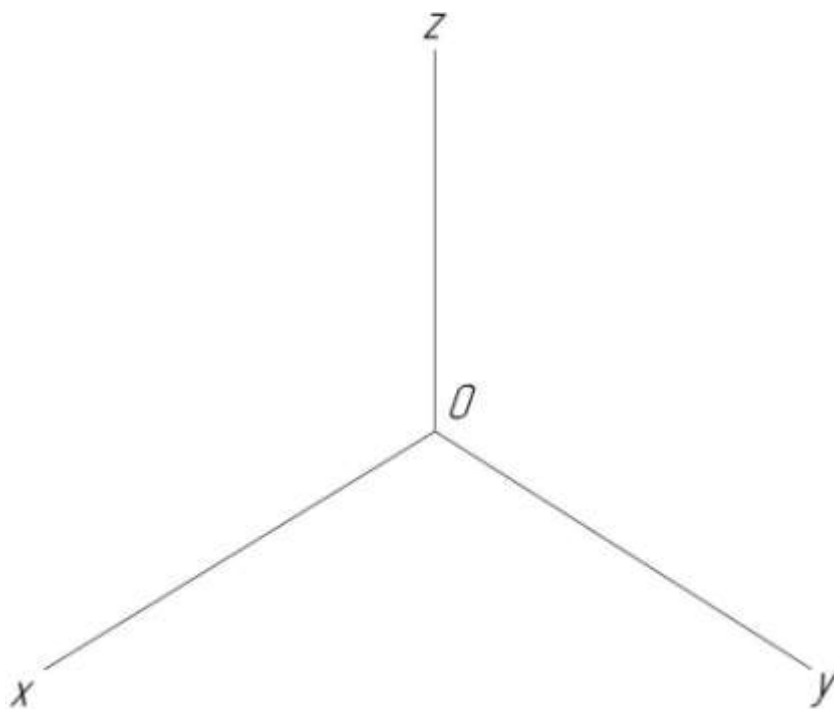
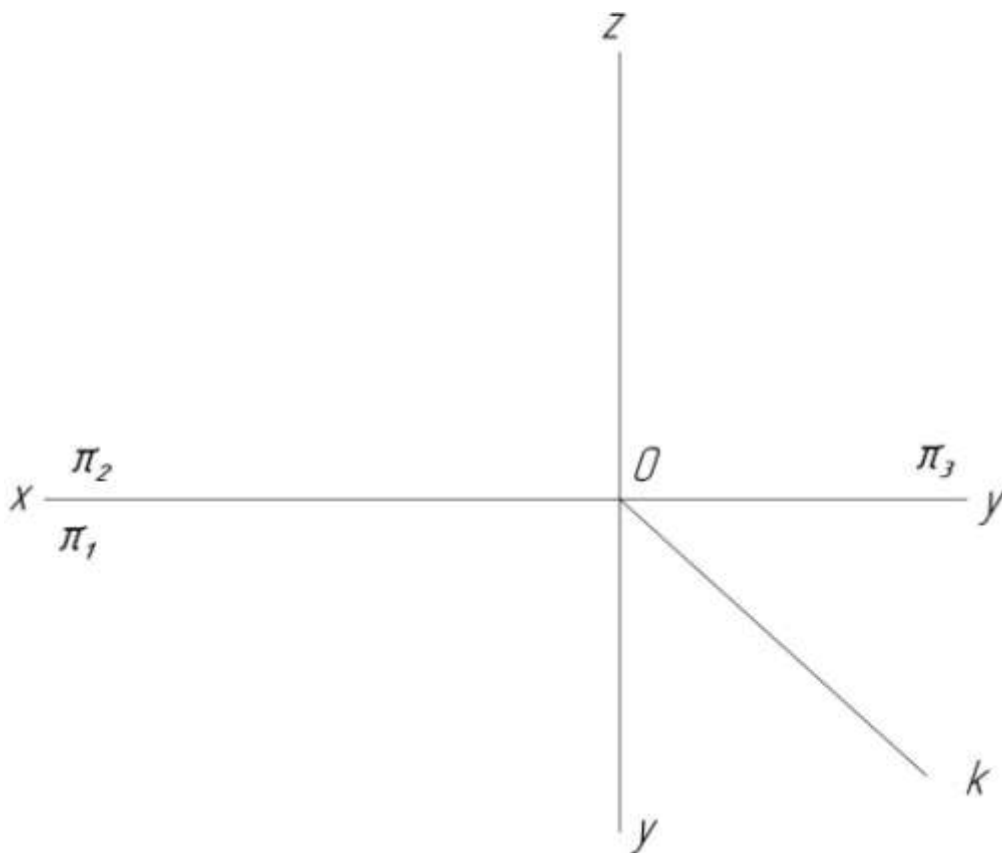
1. Сущность метода центрального проецирования.
2. Сущность метода параллельного проецирования. Ортогональное проецирование.
3. Основные свойства параллельного проецирования.
4. Что понимают под обратимостью чертежа?



ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ

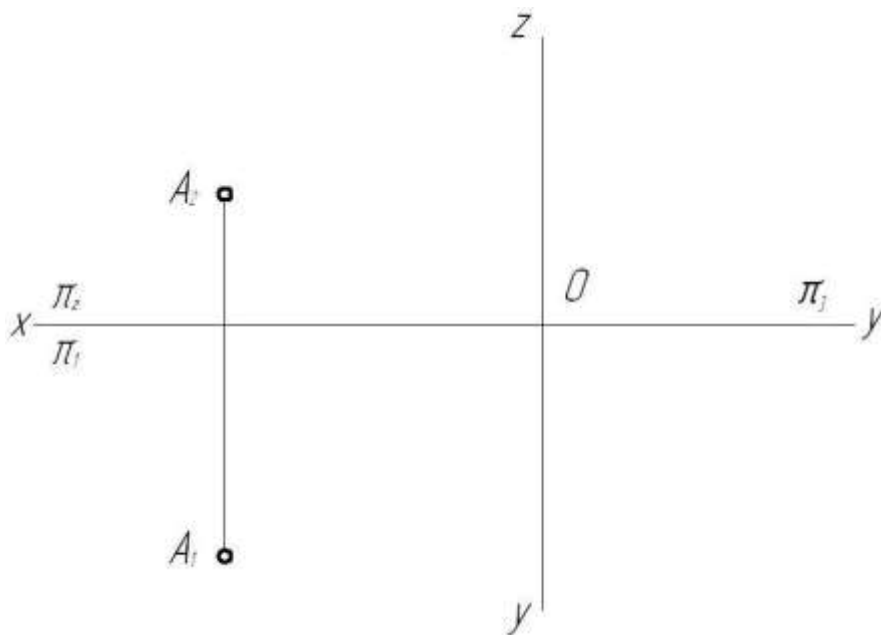
1. Что называют координатой точки?
2. Значением каких координат определяются горизонтальная, фронтальная и профильная проекции точки?
3. Что такое линия связи?
4. Какая из координат равна нулю для точки, принадлежащей плоскости проекции π_1 (π_2 , π_3)?
5. Что такое биссекторная плоскость? Что характерно для координат точки, принадлежащей этой плоскости?

1. Построить три проекции и аксонометрические чертежи следующих точек:
чек: $A(10, 5, 20)$, $B(25, 10, 25)$, $C(50, 15, 35)$,
 $D(60, 0, 40)$, $E(40, 25, 0)$, $F(30, 30, 20)$.

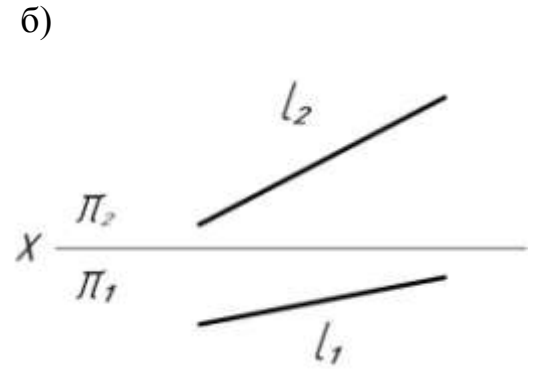
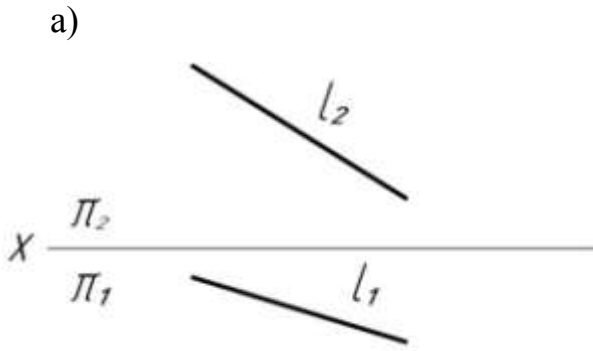


ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ ЛИНИИ

1. Какую прямую называют прямой общего положения? Ортогональные проекции такой прямой.
 2. Дайте определение прямой уровня. Назовите прямые уровня. Особенности расположения проекций таких прямых.
 3. Дайте определение проецирующей прямой. Назовите проецирующие прямые. Ортогональные проекции таких прямых.
 4. Какие точки называют конкурирующими?
 5. Что называют следом прямой линии? Ортогональные проекции следа прямой.
 6. Как изображаются на чертеже параллельные, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые линии?
 7. Проецирование взаимно перпендикулярных прямых. Теорема о проецировании прямого угла.
2. Построить три проекции прямой общего положения AB , если известно: $x_A > x_B$, $z_B > z_A$, $y_A > y_B$. Разделить отрезок AB точкой C в отношении $|AC| : |CB| = 1 : 3$.

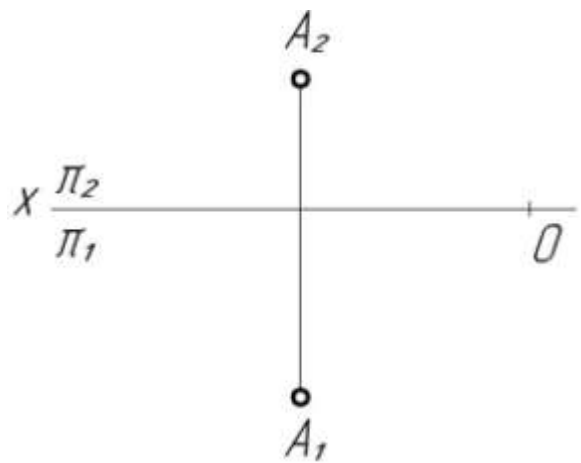


3. Построить следы прямой общего положения l (l_1, l_2).

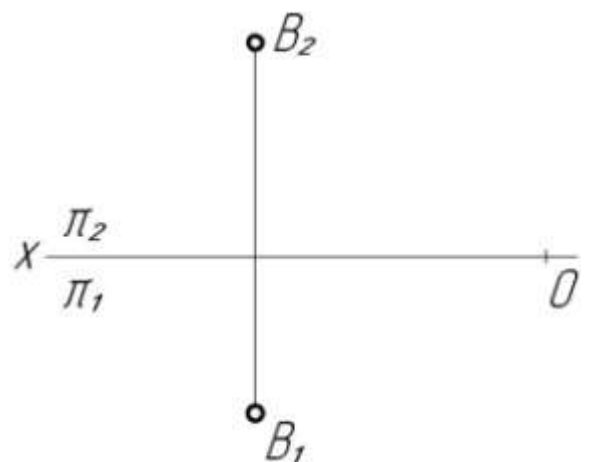


4. Построить прямые уровня:

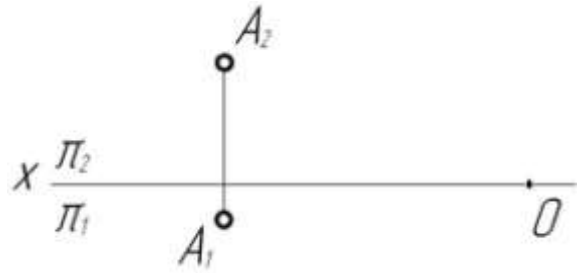
а) горизонталь, проходящую через точку A (A_1, A_2). Учесть, что для точек прямой с возрастанием значений x значения y убывают. Определить удаление горизонтали от плоскости проекции π_1 .



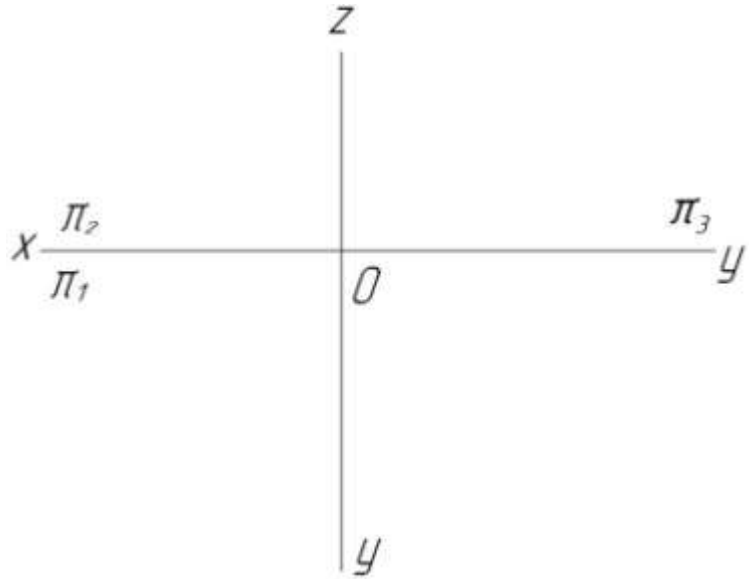
б) фронталь, проходящую через точку B (B_1, B_2). Учесть, что для точек прямой с возрастанием значений x значения z возрастают. Определить удаление фронтالي от плоскости проекции π_2 .



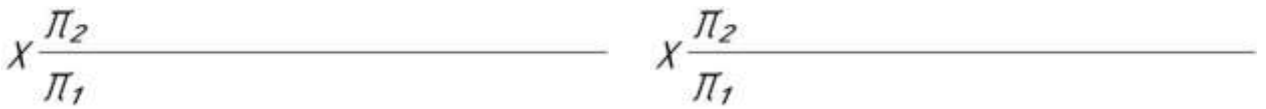
в) горизонталь $AB \parallel \pi_1$ длиной 30 мм и углом наклона к фронтальной плоскости проекций 30° .



5. Построить три проекции профильной прямой CD , удаленной от плоскости проекции π_3 на 20 мм. Учесть, что $z_C > z_D$, $y_C > y_D$.



6. Построить двухкартинные комплексные чертежи прямых частного положения $m \in \pi_1$, $n \in \pi_2$.



7. Дано: прямая $l (l_1, l_2)$, точка $A (A_1, A_2)$.

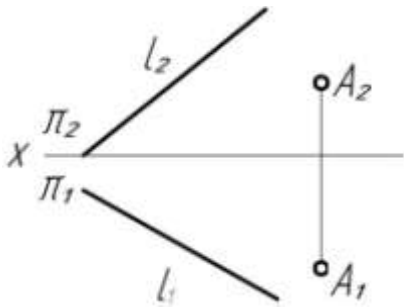
Построить прямые: а) $m \in A$, $m \parallel l$;

б) $n \in A$, $n \perp l$;

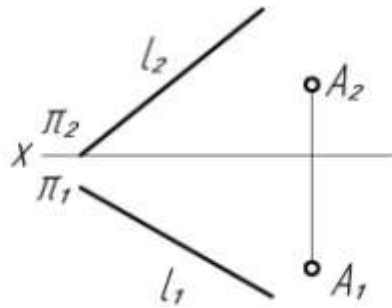
в) $k \in A$, $k \div l$.

Определить видимость скрещивающихся прямых k и l методом конкурирующих точек.

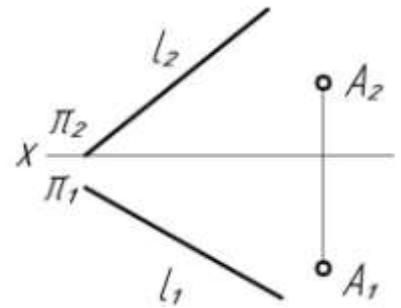
а)



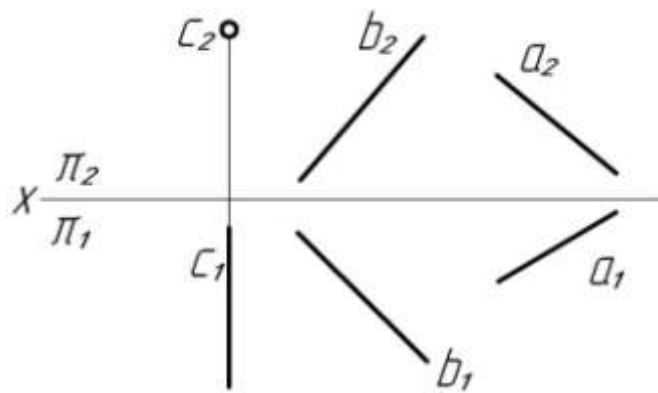
б)



в)

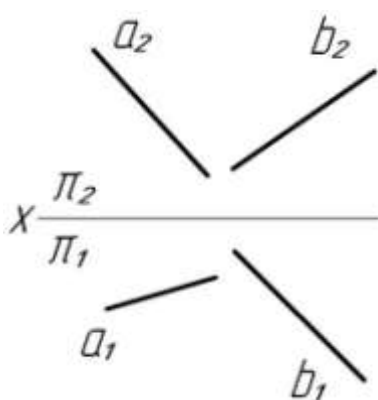


8. Построить проекции прямой d , параллельной прямой a и пересекающей прямые b и c .

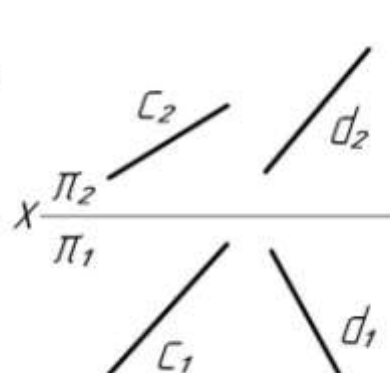


9. Пересечь прямые: а) a и b горизонтально с высотой 15 мм;
 б) c и d фронтально с глубиной 20 мм;
 в) m и n горизонтально проецирующей прямой и фронтально проецирующей прямой.

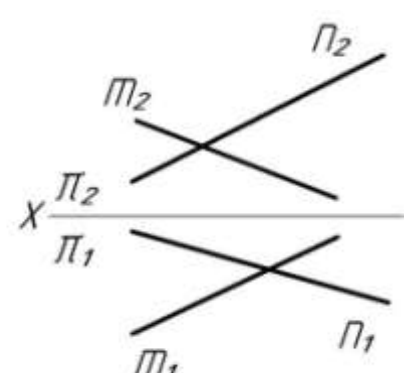
а)



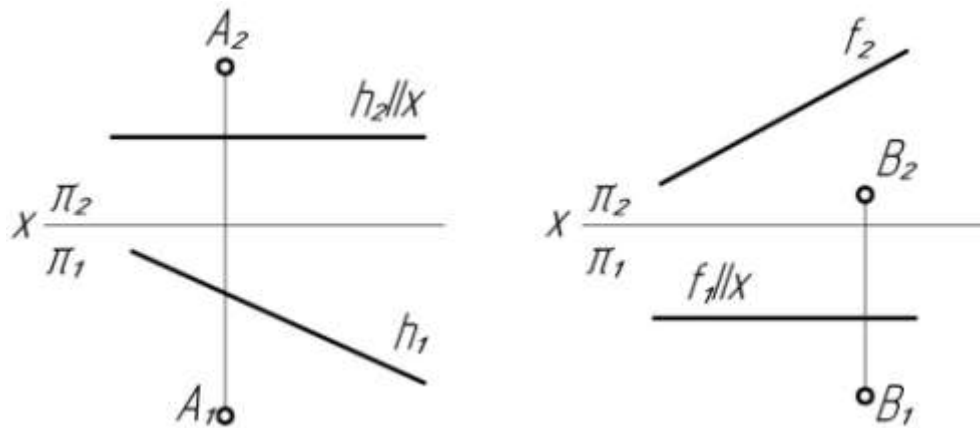
б)



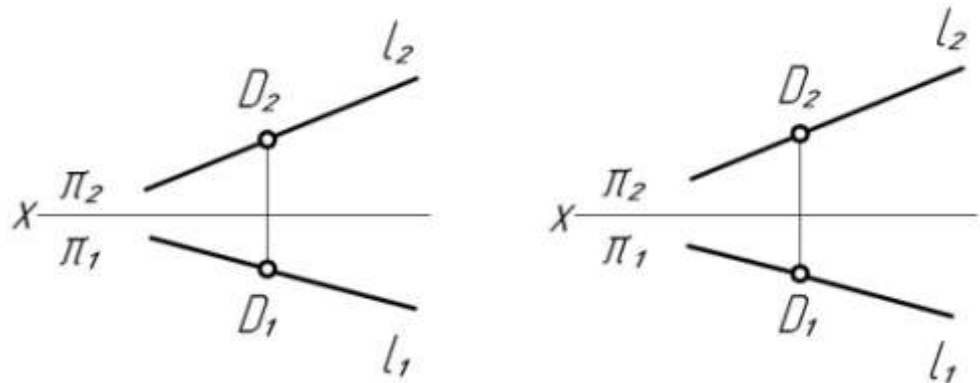
в)



10. а) Опустить перпендикуляр из точки A на горизонталь, из точки B на фронталь.



- б) Из точки D прямой общего положения восстановить к этой прямой перпендикуляр.



ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ

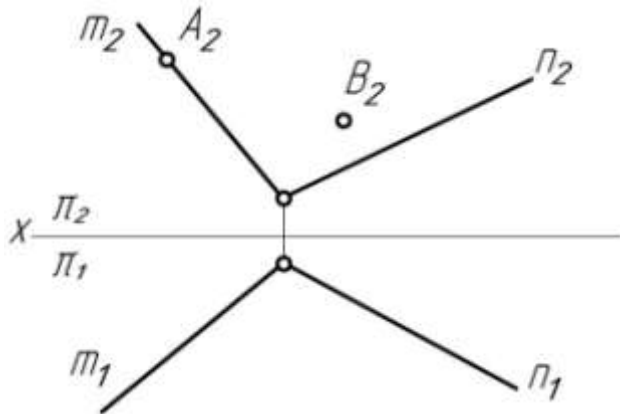
1. Какими определителями может быть задана плоскость общего положения?
2. Построение точки и прямой линии в плоскости.
3. Построение прямых уровня (горизонтали и фронтали) в плоскости.
4. Что называют следом плоскости?
5. Какие плоскости называют проецирующими? Особенности проецирующих плоскостей? Задание их на чертеже.
6. Какие плоскости называют плоскостями уровня? Задание их на чертеже.

11. Построить недостающие проекции точек:

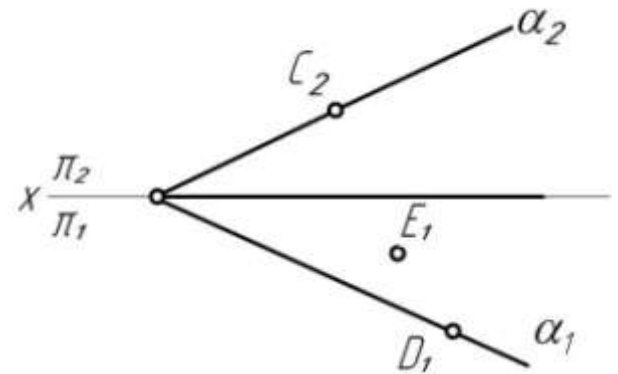
а) A, B , принадлежащих плоскости $\alpha (m \cap n)$;

б) C, D, E , принадлежащих плоскости $\beta (l \cap k)$;

а)

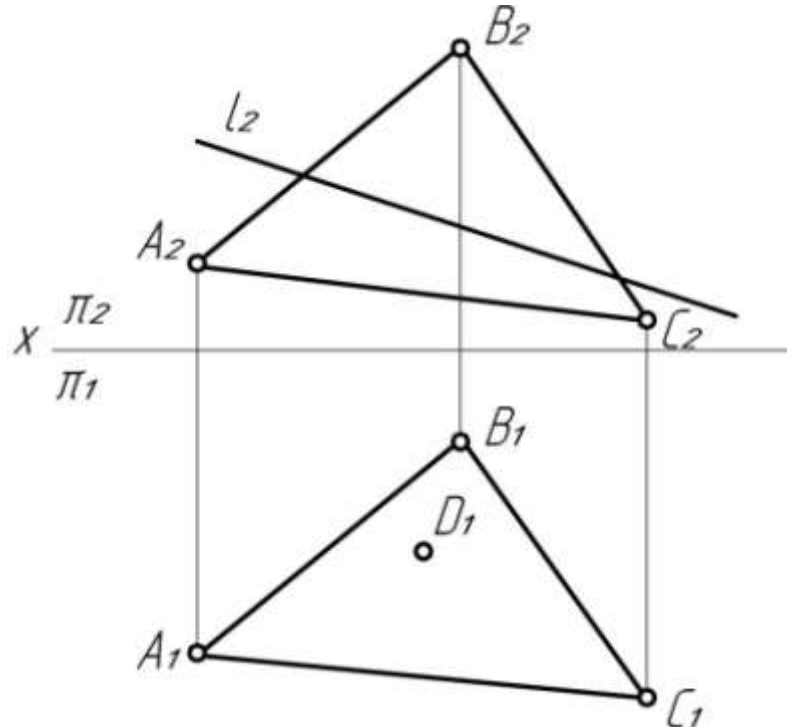


б)

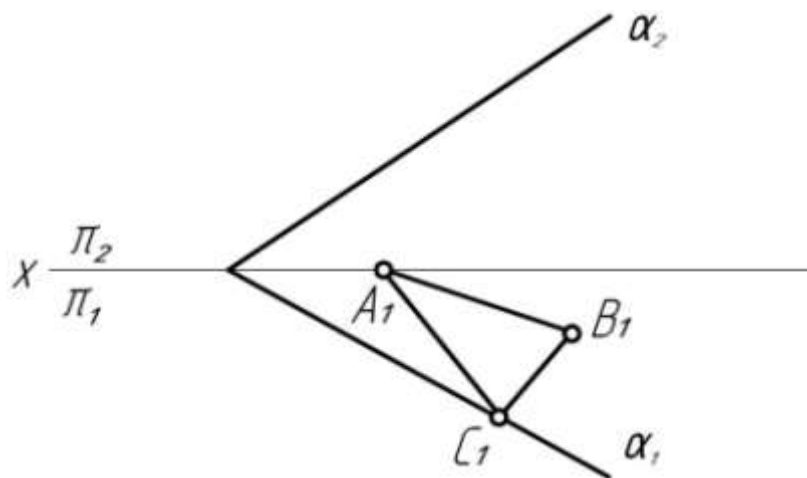


в) достроить недостающие проекции прямой $l (l_1)$ и точки $D (D_2)$, принадлежащих плоскости $\gamma (\Delta ABC)$.

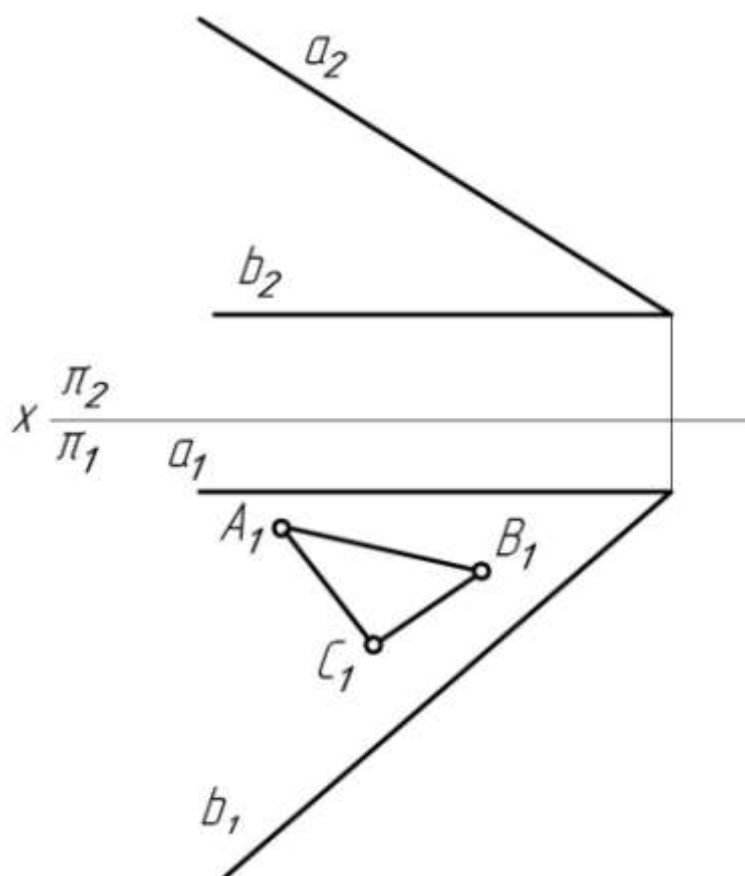
в)



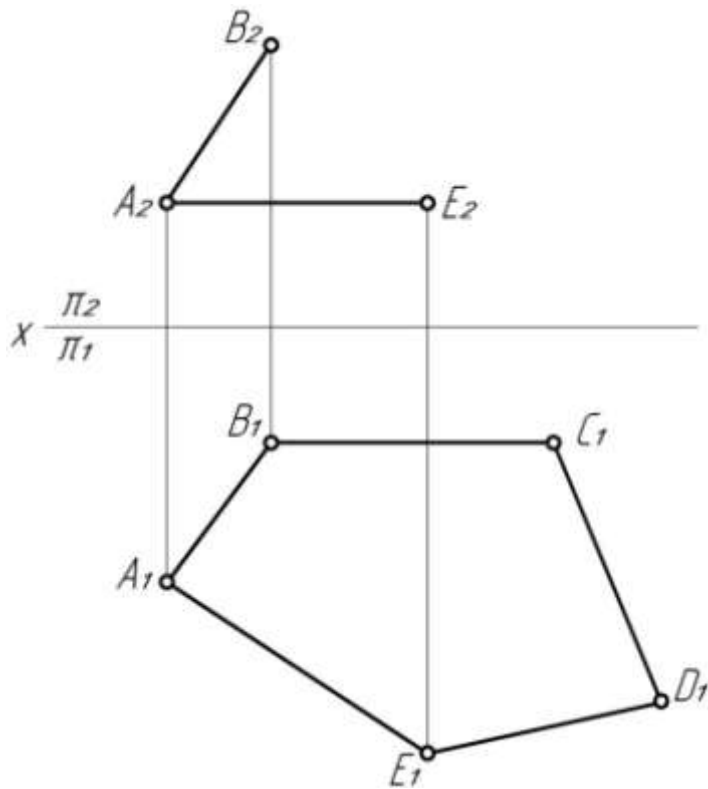
12. а) Достроить фронтальную проекцию $A_2B_2C_2$ треугольника ABC , принадлежащего плоскости α .



- б) Достроить в плоскости α ($a \cap b$) фронтальную проекцию треугольника ABC .

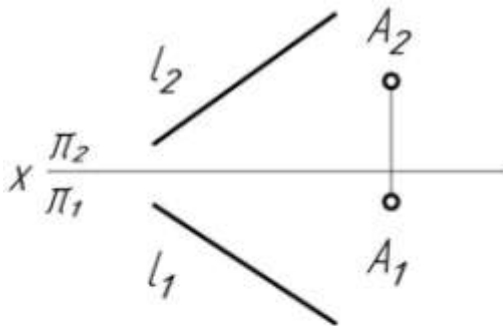


13. Достроить фронтальную проекцию плоского пятиугольника $ABCDE$.

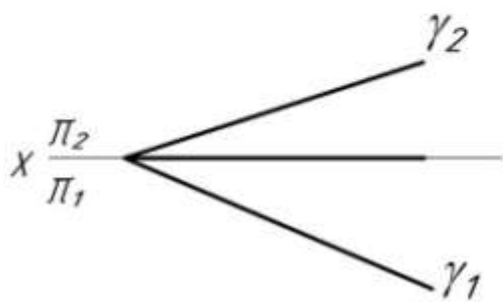
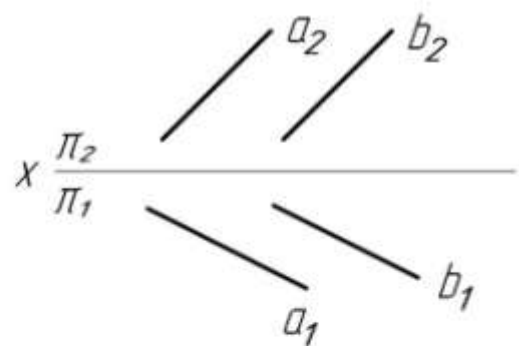


14. В заданных плоскостях построить прямые уровня: горизонтали и фрон-тали.

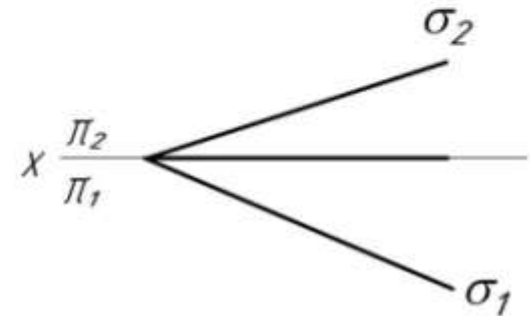
а) $h \in \alpha(A, l)$



б) $f \in \beta(a \parallel b)$

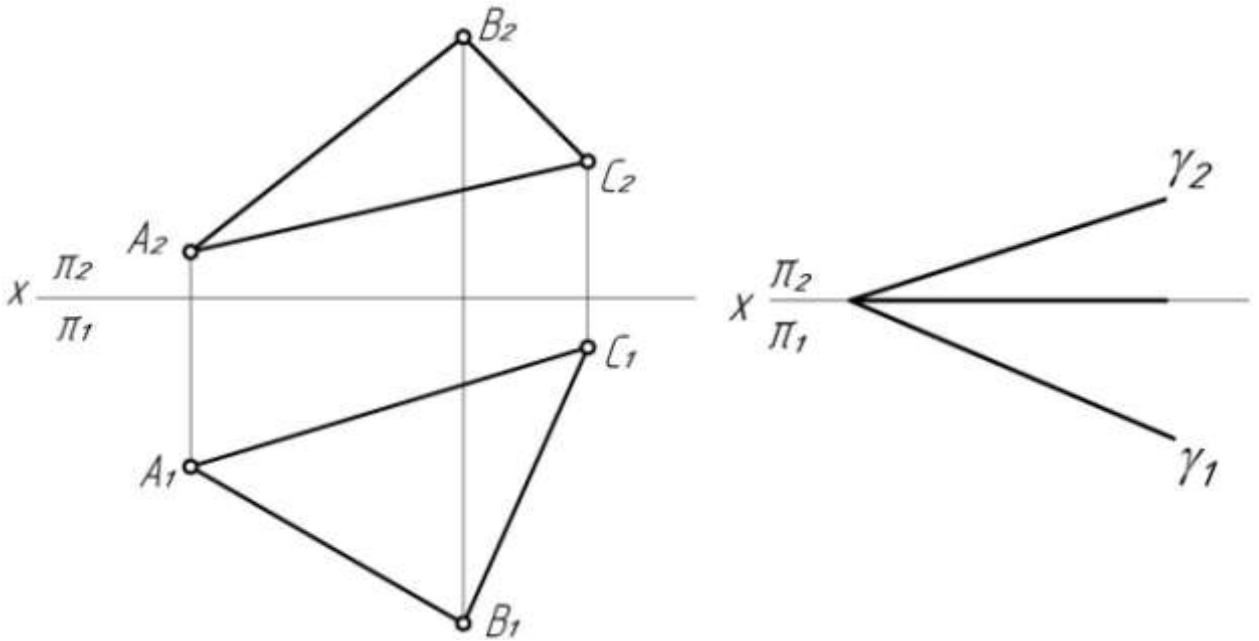


в) $h \in \gamma(\gamma_1, \gamma_2)$

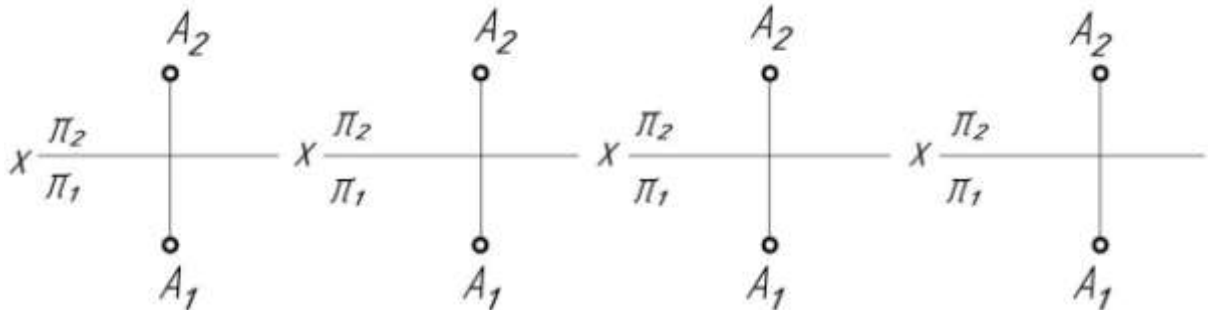


г) $f \in \sigma(\sigma_1, \sigma_2)$

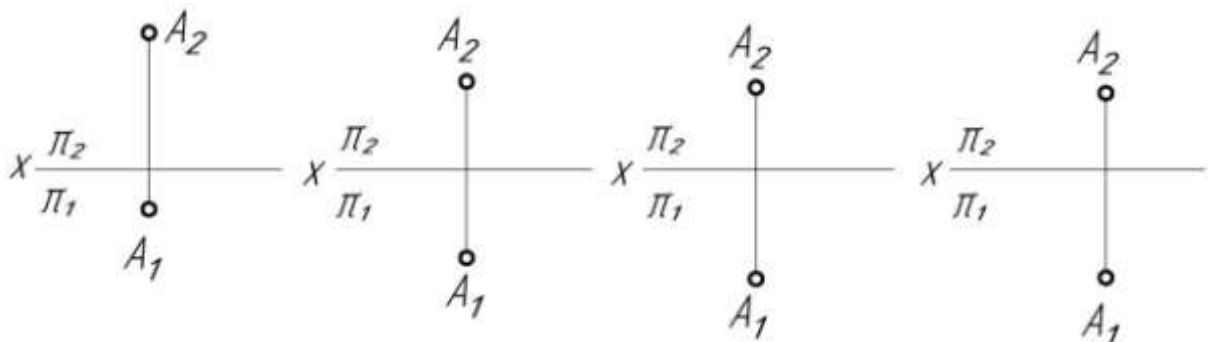
15. Построить линию наибольшего наклона плоскости α (ΔABC) к горизонтальной плоскости проекций π_1 и линию наибольшего наклона плоскости γ (γ_1, γ_2) к фронтальной плоскости проекций π_2 .



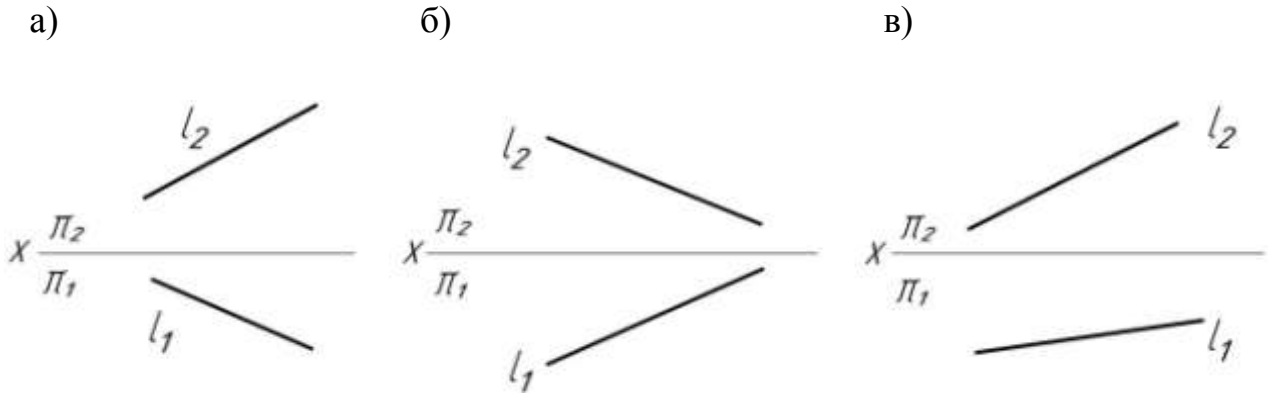
16. а) Задать следами следующие плоскости частного положения, проходящие через точку A : $\alpha \parallel \pi_1$, $\beta \parallel \pi_2$, $\gamma \perp \pi_1$, $\sigma \perp \pi_2$.



- б) Построить плоскости частного положения, проходящие через точку A (A_1, A_2) и заданные следующими определителями:
 α (ΔABC) $\perp \pi_1$, β ($m \parallel n$) $\perp \pi_2$, γ ($m \cap n$) $\parallel \pi_1$, σ (B, l) $\parallel \pi_2$.



17. Заключить прямую общего положения $l(l_1, l_2)$:
- а) в горизонтально проецирующую плоскость;
 - б) во фронтально проецирующую плоскость;
 - в) в плоскость общего положения.

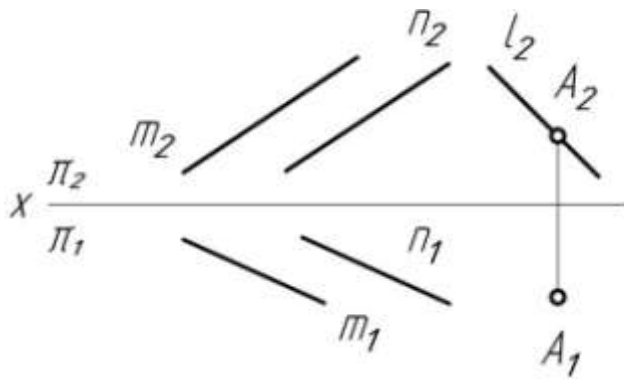


ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ, ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

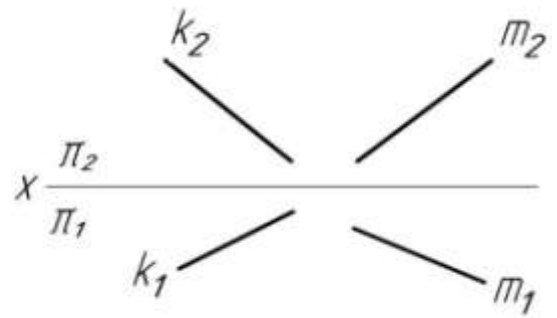
1. Сформулируйте признак параллельности прямой и плоскости.
2. Сформулируйте признак параллельности двух плоскостей.
3. Сформулируйте признак перпендикулярности прямой и плоскости (в пространстве и на комплексном чертеже).
4. Сформулируйте признак перпендикулярности двух плоскостей.

18. а) Построить горизонтальную проекцию прямой l , проходящей через точку $A(A_1, A_2)$ и параллельной плоскости $\alpha(m // n)$.
- б) Заключить прямую $m(m_1, m_2)$ в плоскость, параллельную прямой общего положения $k(k_1, k_2)$.

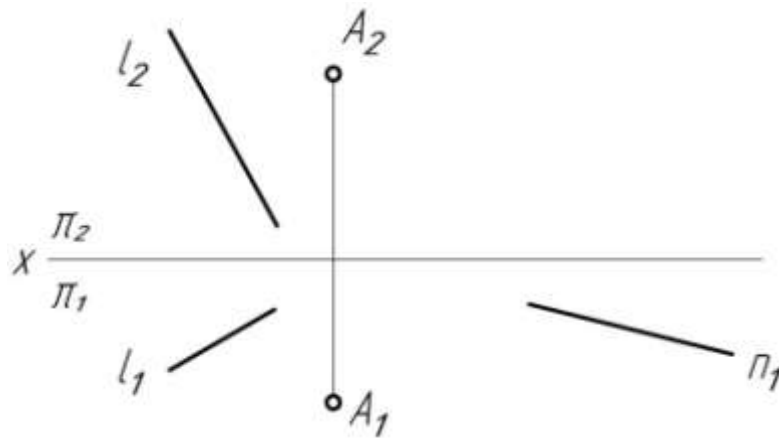
а)



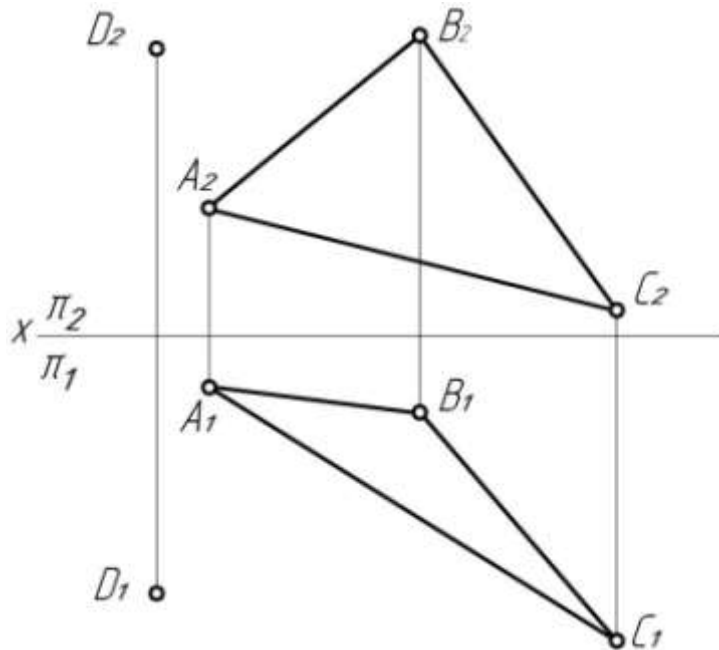
б)



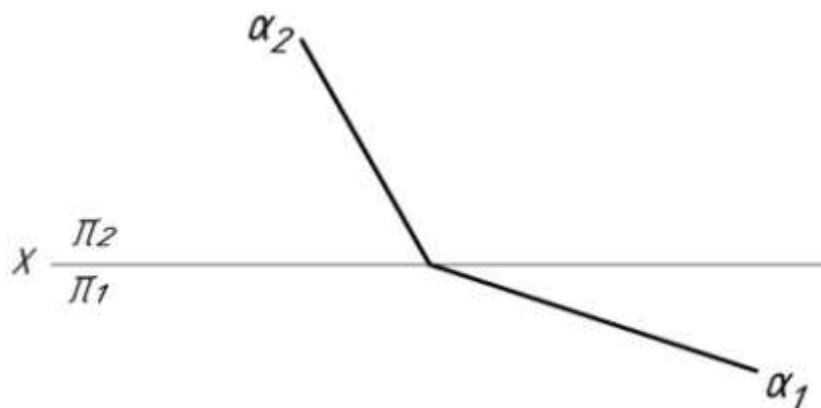
19. а) Построить плоскость, проходящую через прямую n (n_1) и параллельную плоскости $\alpha(A, l)$.



- б) Построить плоскость, проходящую через точку $D(D_1, D_2)$ и параллельную плоскости $\alpha(\triangle ABC)$.



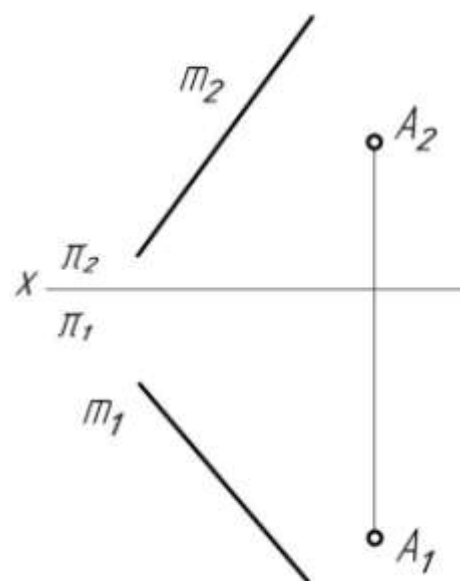
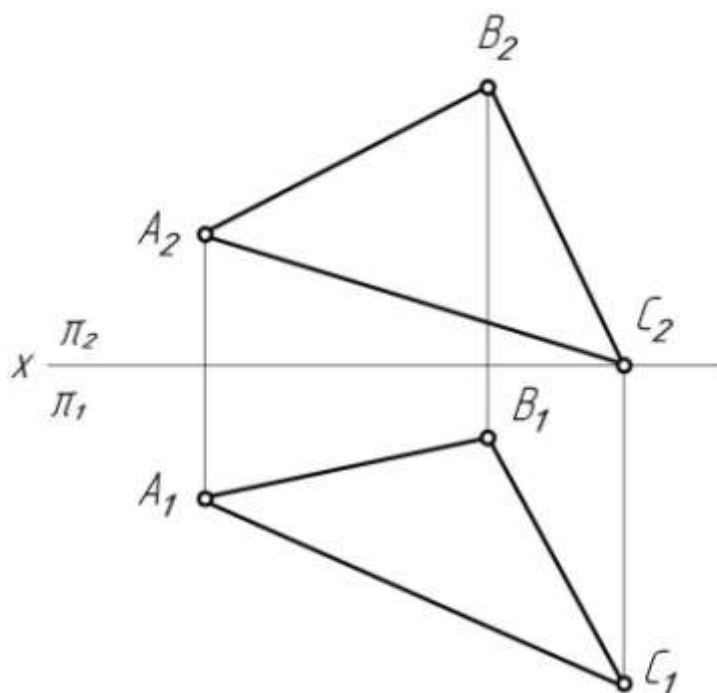
в) Построить плоскость β , параллельную заданной плоскости α .



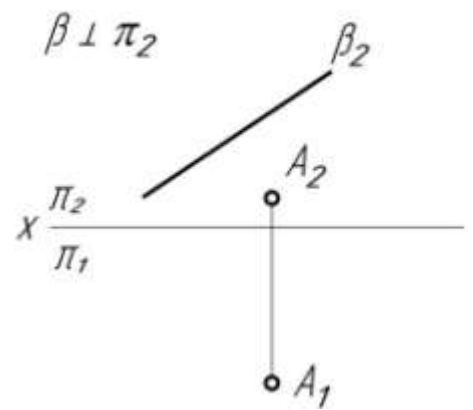
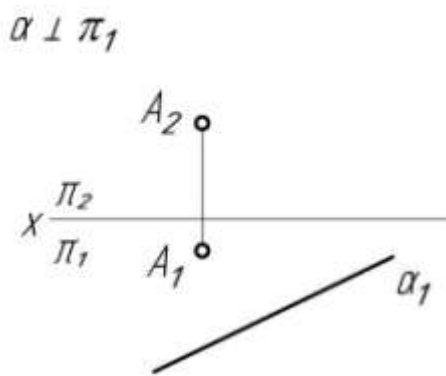
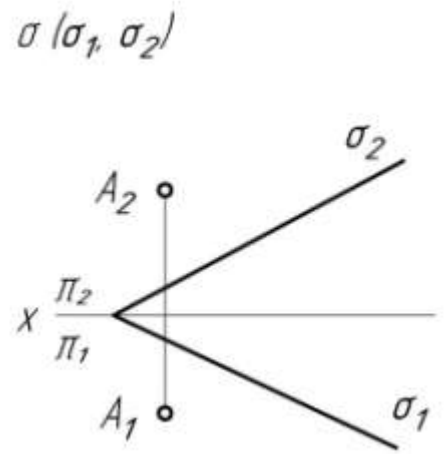
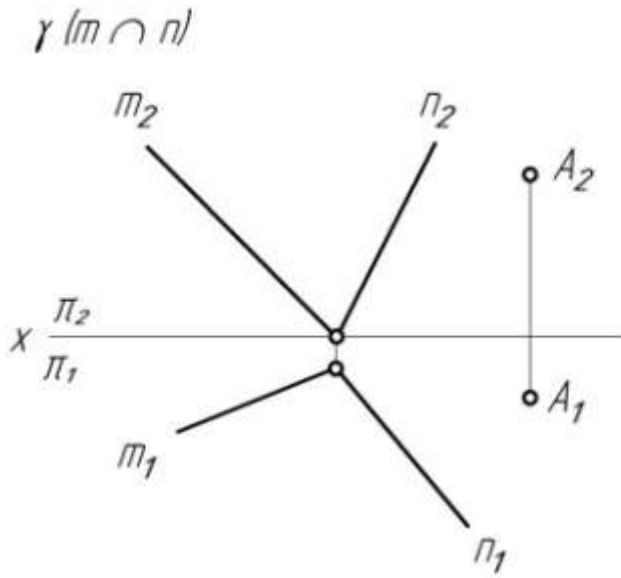
20. а) Из точки $A (A_1, A_2)$ заданной плоскости восстановить к этой плоскости перпендикуляр.

$\alpha (\Delta ABC)$

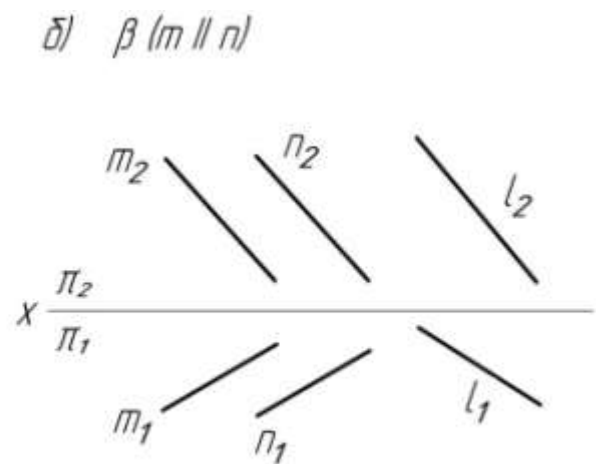
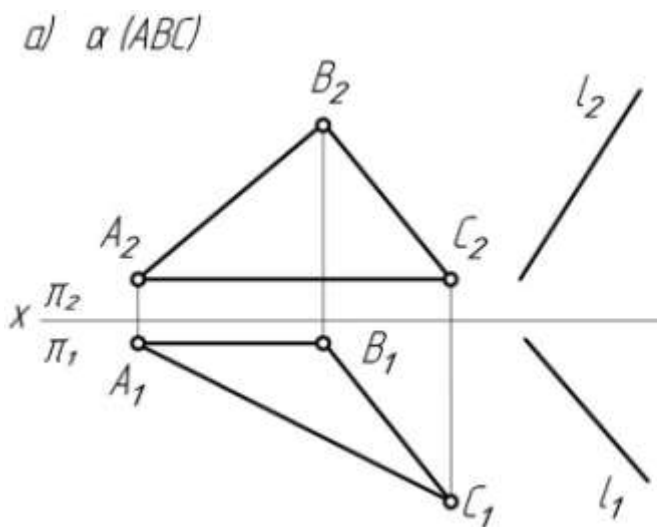
$\beta (A, m)$



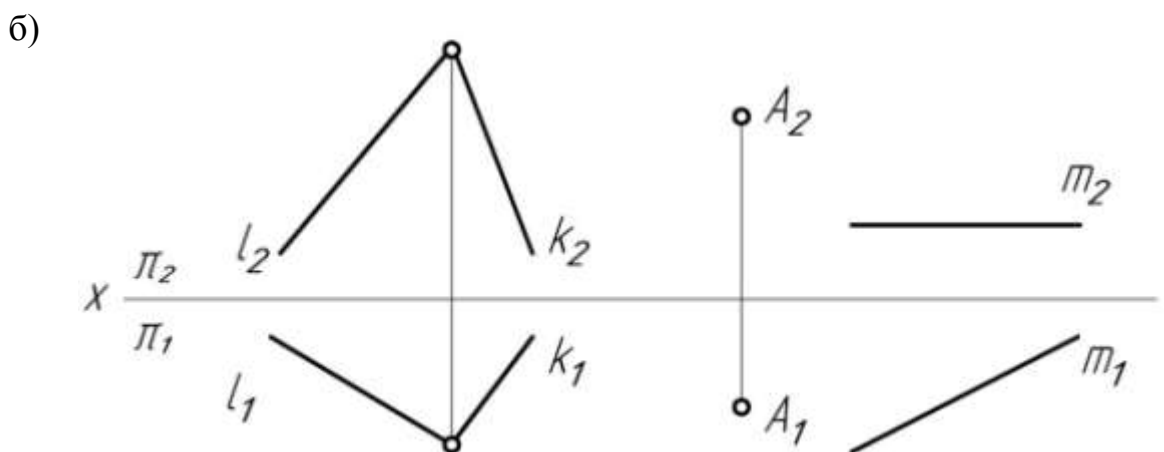
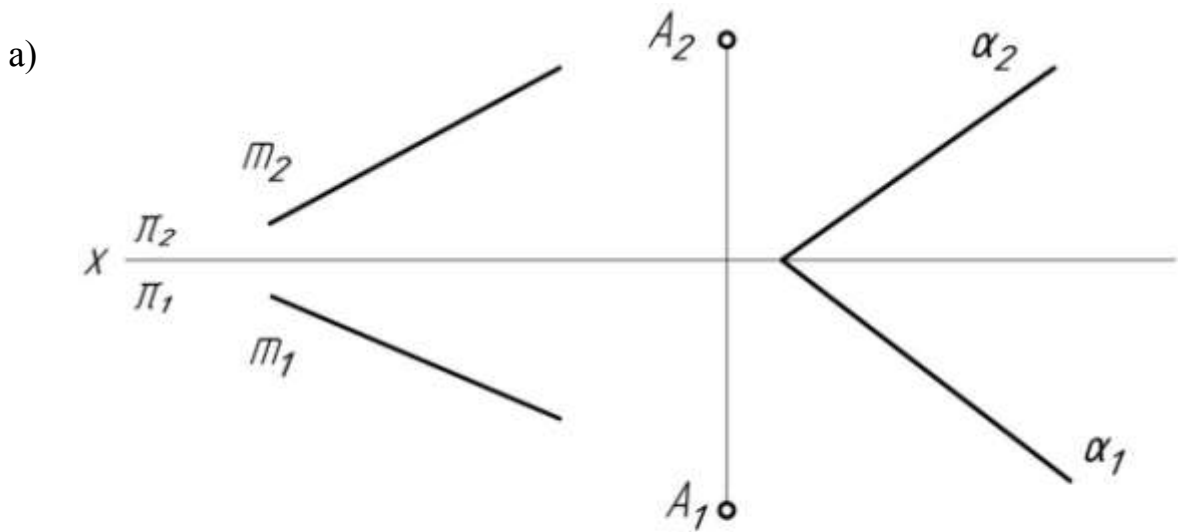
б) Опустить перпендикуляр из точки A (A_1, A_2) на данную плоскость.



21. Заключить прямую общего положения l (l_1, l_2) в плоскость, перпендикулярную данной плоскости.



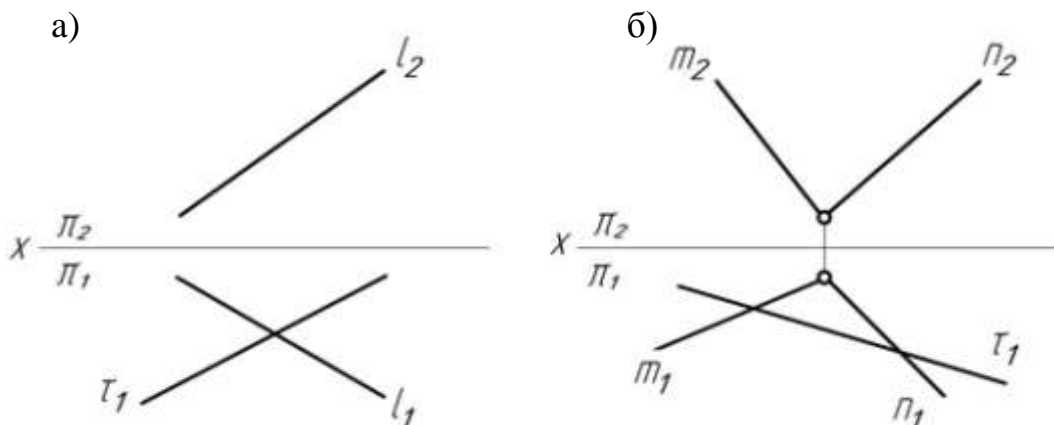
22. Построить плоскость $\beta \in A$, перпендикулярную плоскости α (α_1, α_2) и параллельную прямой m (m_1, m_2).



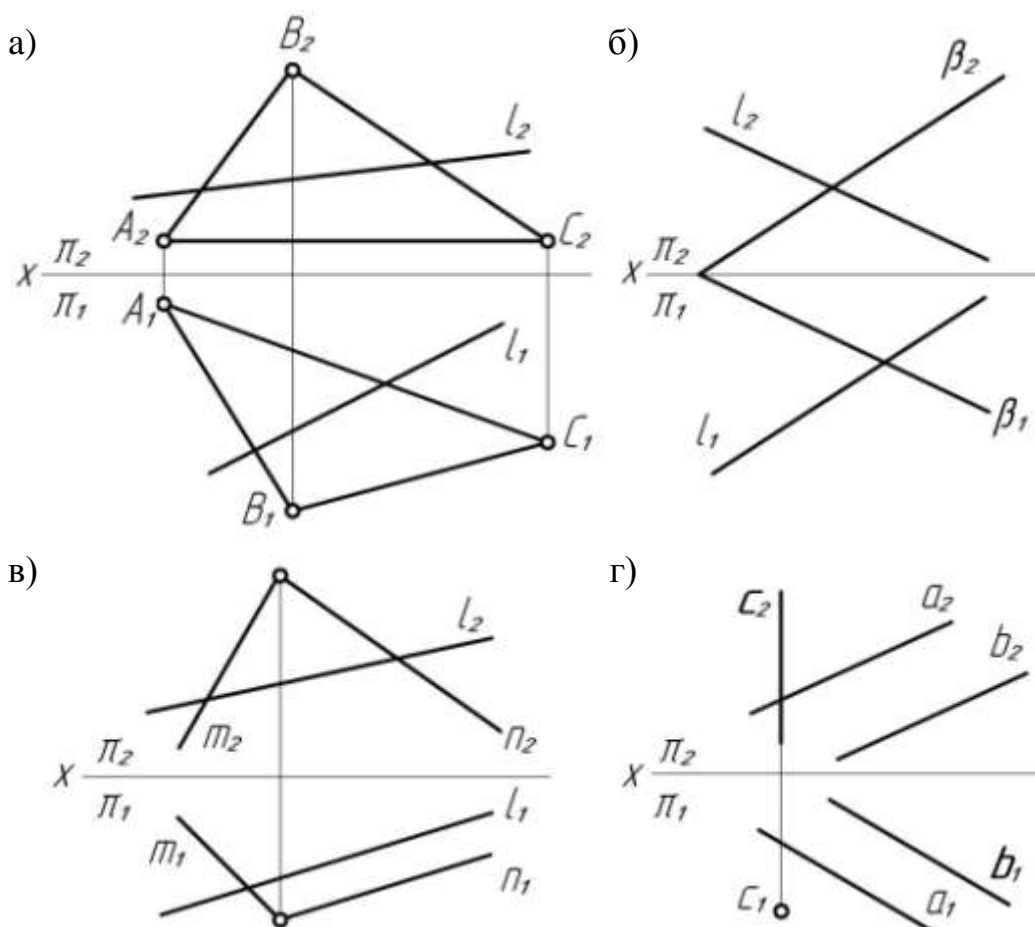
ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ, ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

1. В чем особенность решения задач на пересечение прямой общего положения и плоскости общего положения с проецирующей плоскостью?
2. Назовите алгоритм решения задачи на построение точки пересечения прямой общего положения с плоскостью общего положения.
3. Назовите алгоритм решения задачи на построение прямой пересечения двух плоскостей общего положения.

23. а) Определить точку пересечения прямой общего положения с проецирующей плоскостью.
 б) Определить прямую пересечения проецирующей плоскости с плоскостью общего положения.

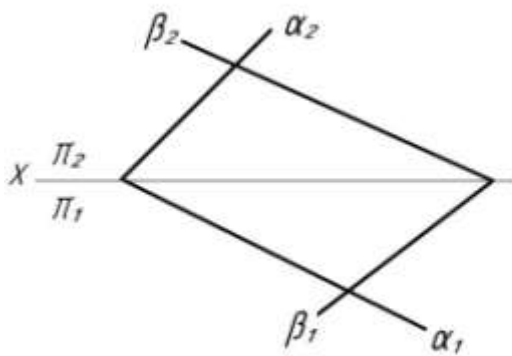


24. Определить точку пересечения прямой общего положения l с плоскостью общего положения: а) $M = l \cap \alpha (\triangle ABC)$; б) $N = l \cap \beta (\beta \perp \beta_2)$; в) $K = l \cap \gamma (m \cap n)$; и проецирующей прямой c с плоскостью общего положения: г) $L = m \cap (a \parallel b)$.

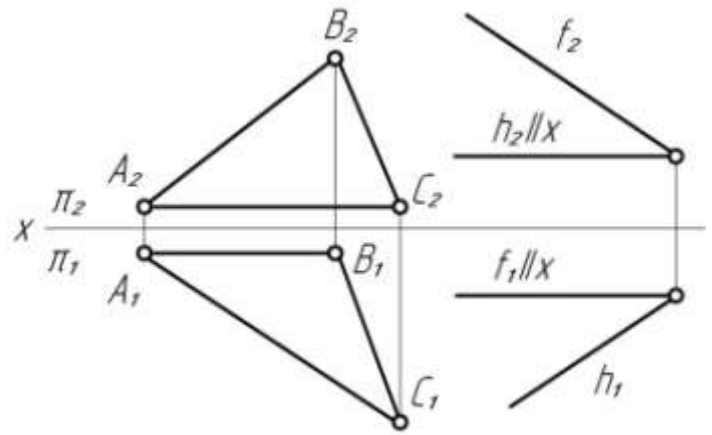


25. Построить прямую пересечения двух плоскостей общего положения.

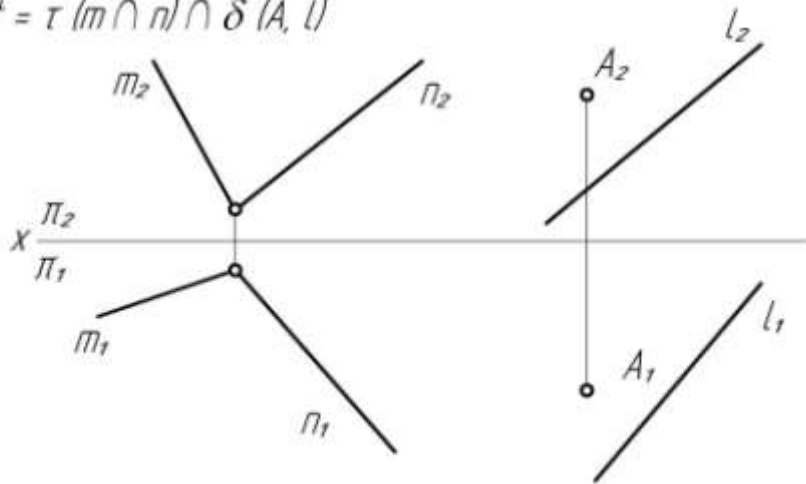
a) $t = \alpha (\alpha_1, \alpha_2) \cap \beta (\beta_1, \beta_2)$



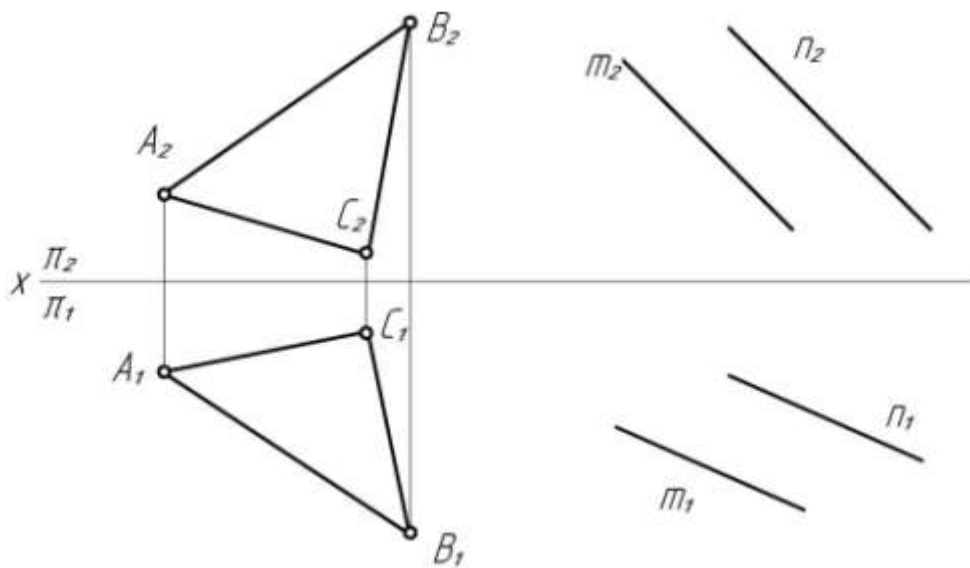
б) $t = \gamma (\Delta ABC) \cap \sigma (f \cap h)$



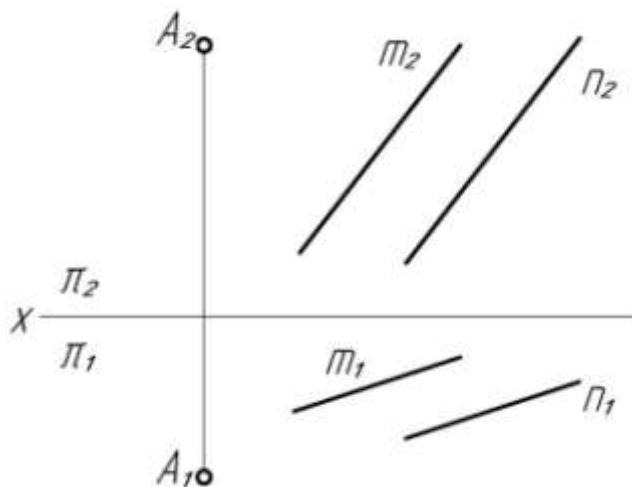
в) $t = \tau (m \cap n) \cap \delta (A, l)$



г) $t = \lambda (\Delta ABC) \cap \psi (m \parallel n)$



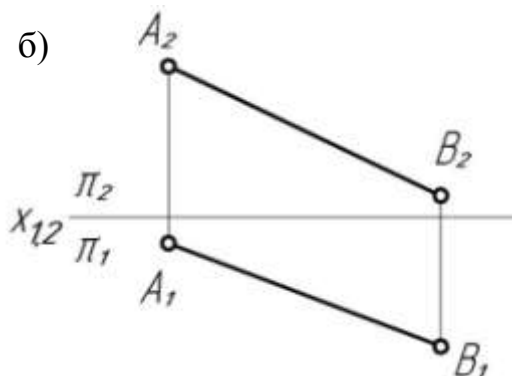
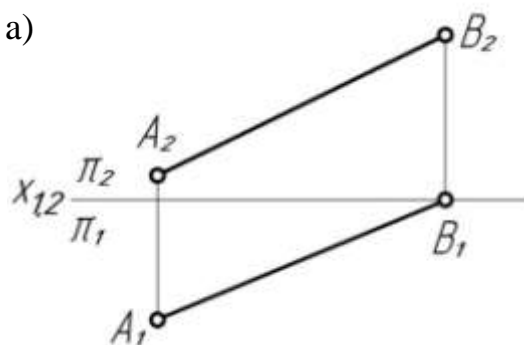
26. Построить точку пересечения перпендикуляра, опущенного из точки A на плоскость $\alpha (m \parallel n)$, с данной плоскостью.



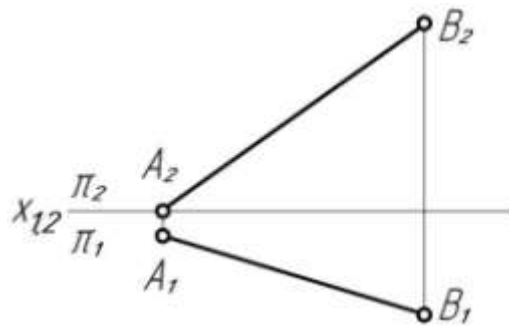
СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

1. В чем состоит принцип преобразования чертежа методом замены плоскостей проекции; методом плоскопараллельного перемещения; методом вращения вокруг прямой?
2. Укажите последовательность графических построений при преобразовании прямой общего положения в прямую уровня и проецирующую прямую.
3. Укажите последовательность графических построений при преобразовании плоскости общего положения в проецирующую плоскость и плоскость уровня.

27. Преобразовать прямую общего положения в прямую уровня.

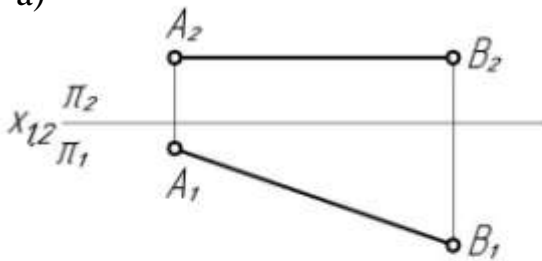


в)

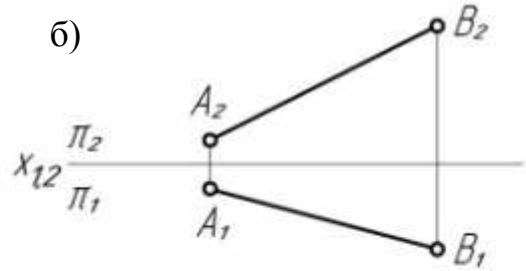


28. Преобразовать прямую AB в проецирующую прямую.

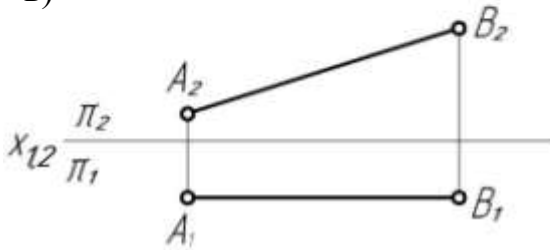
а)



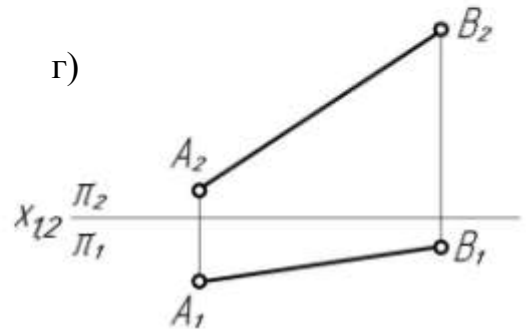
б)



в)

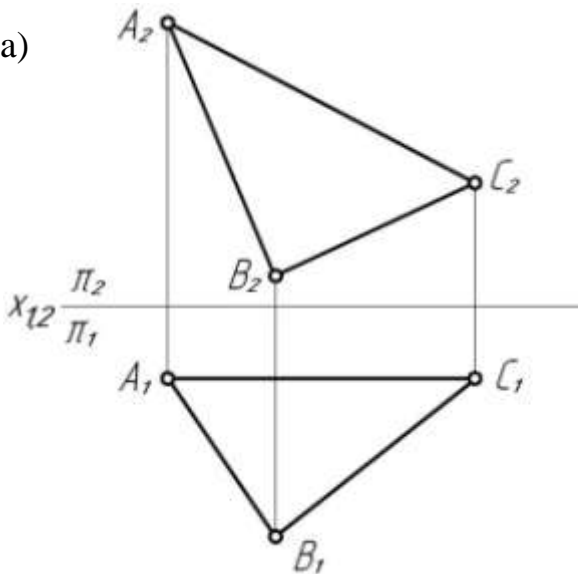


г)

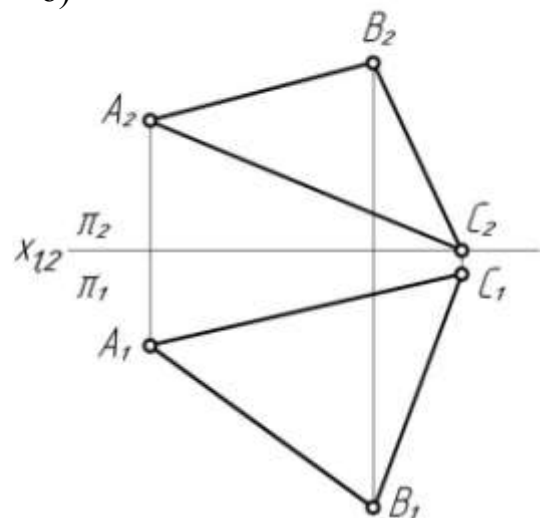


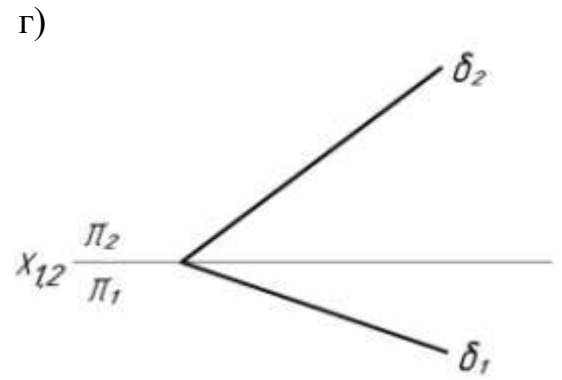
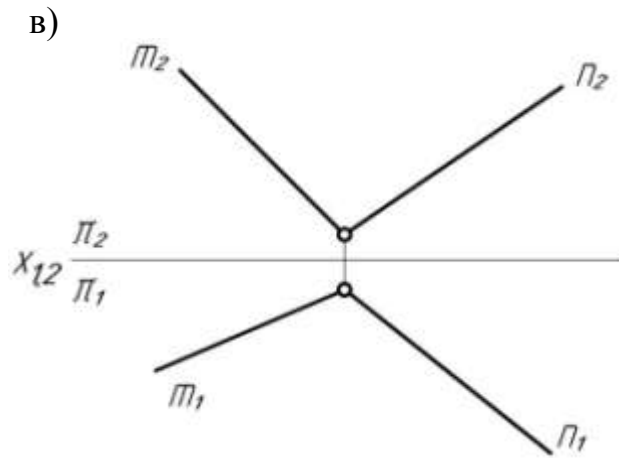
29. Преобразовать плоскость общего положения в проецирующую плоскость.

а)

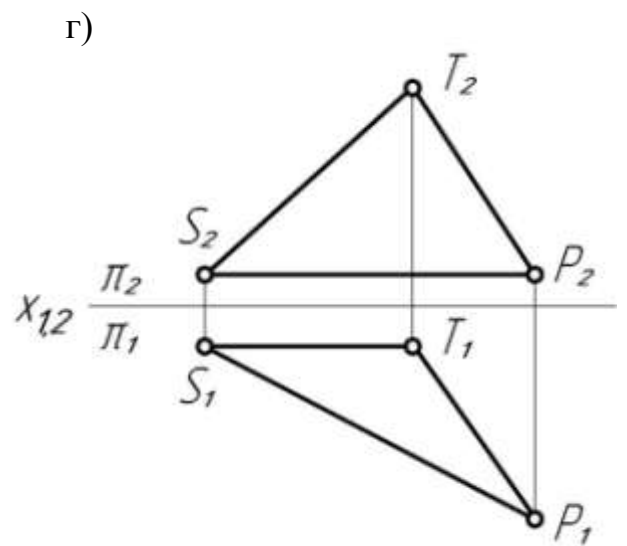
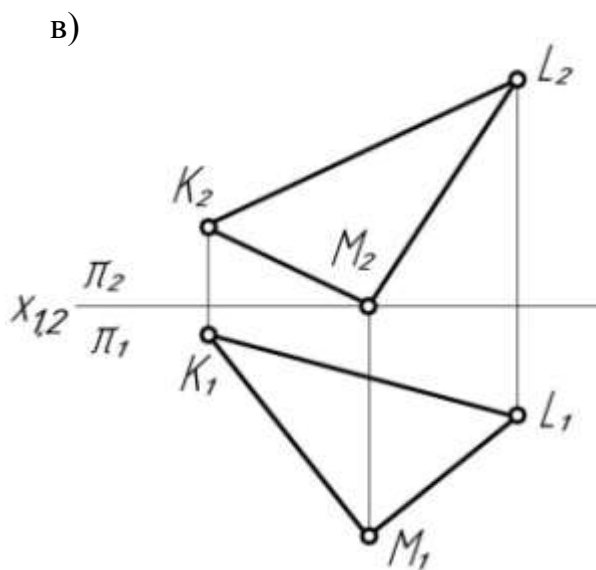
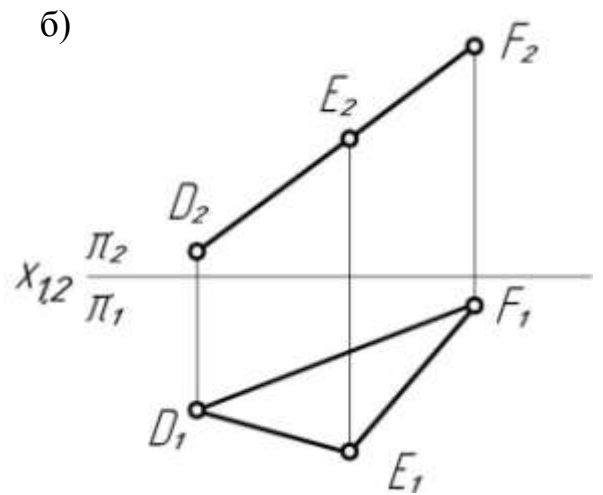
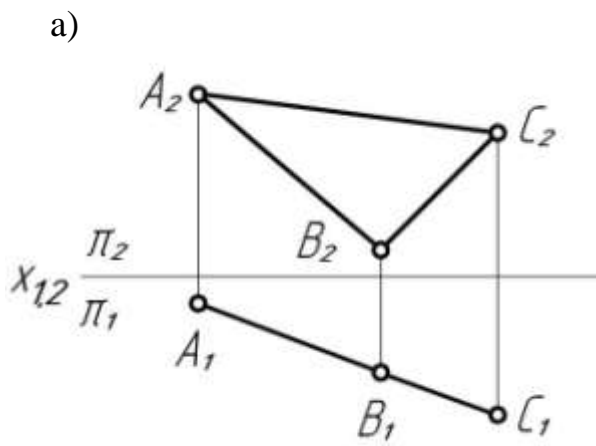


б)





30. Преобразовать данную плоскость в плоскость уровня.



МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Назовите алгоритмы решения задач на определение:

1. Натуральной величины расстояния:

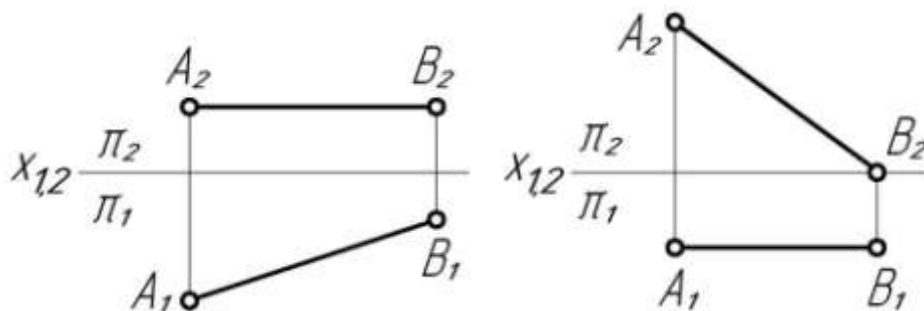
- между точками,
- между точкой и прямой,
- между параллельными прямыми,
- между скрещивающимися прямыми,
- между точкой и плоскостью,
- между параллельными плоскостями.

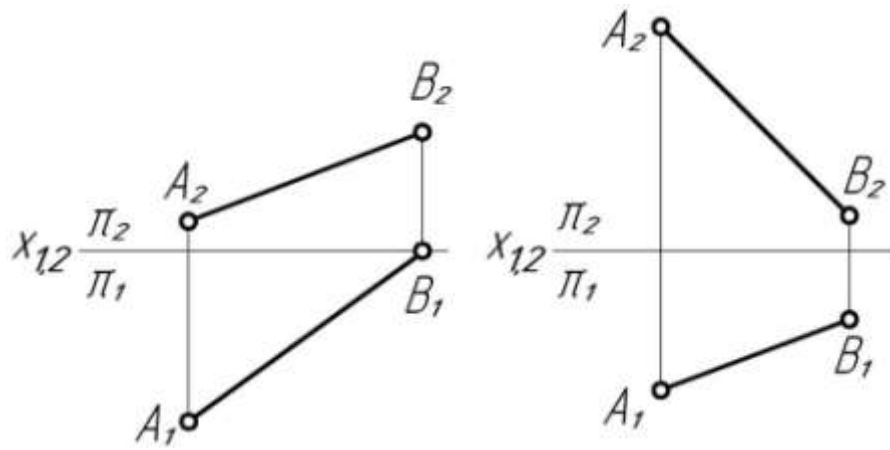
2. Натуральной величины плоской фигуры.

3. Натуральной величины угла:

- между прямой и плоскостью проекции,
- между двумя пересекающимися прямыми,
- между заданной плоскостью и плоскостью проекции,
- между двумя плоскостями.

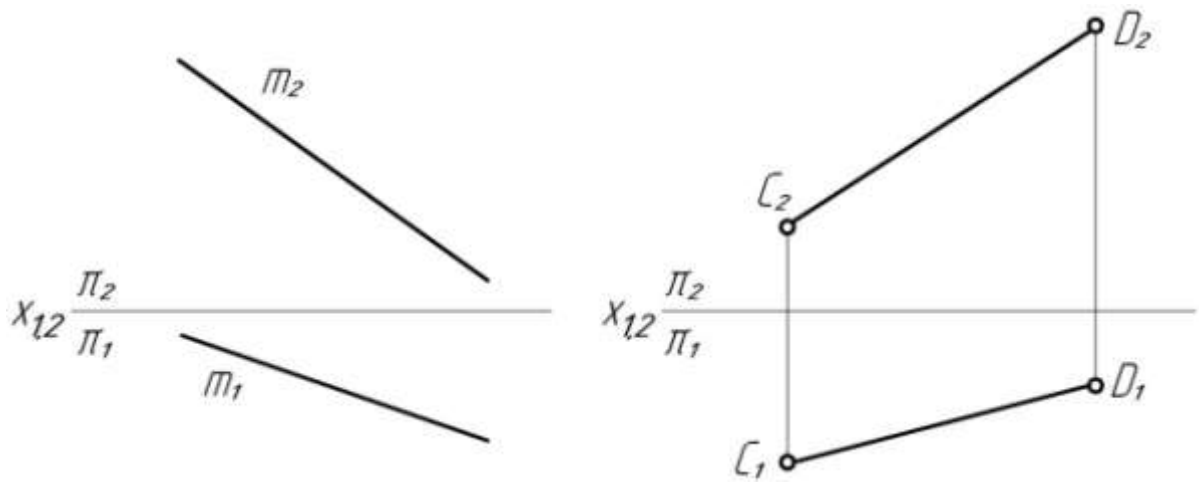
31. а) Определить натуральную величину отрезка AB данной прямой и угла наклона отрезка к плоскостям проекций π_1 и π_2 .



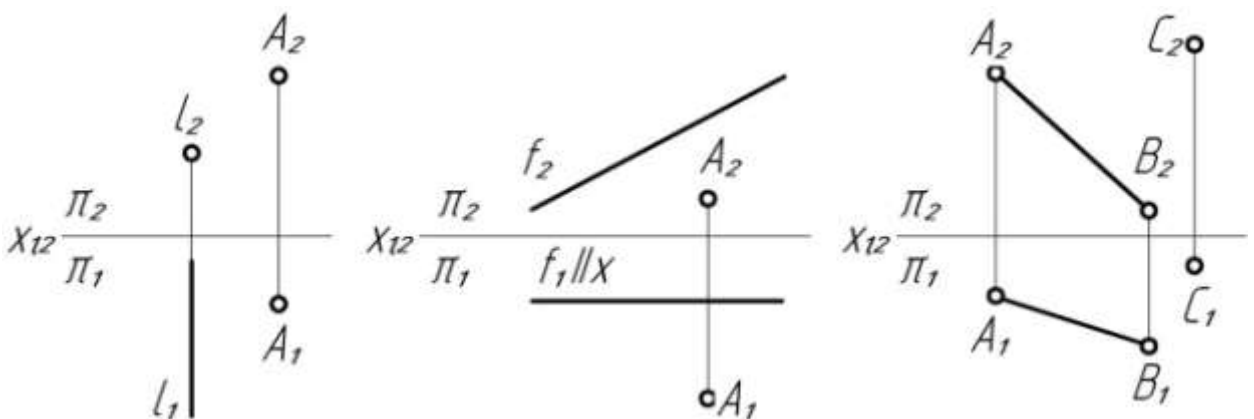


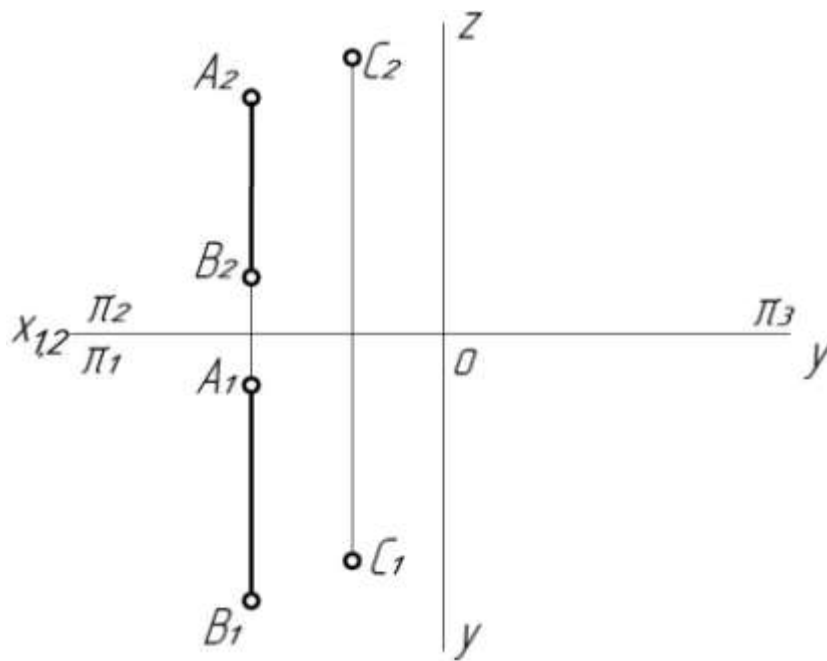
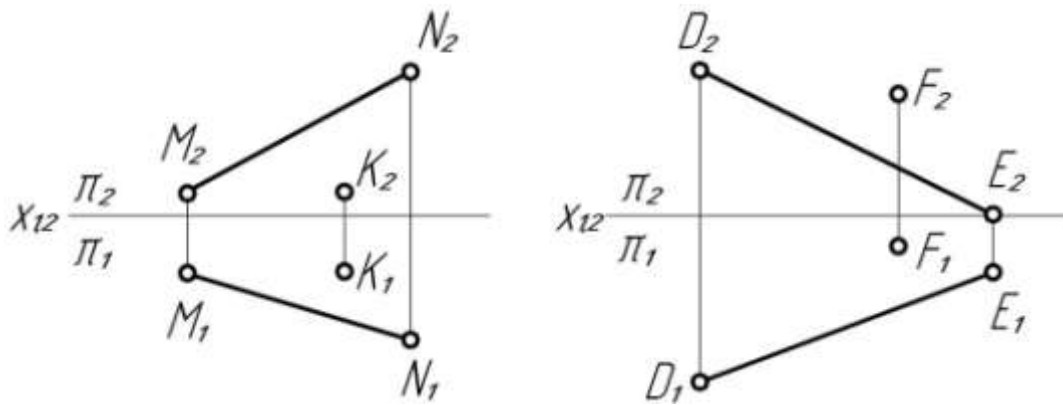
б) Определить натуральную величину отрезка прямой общего положения m (m_1, m_2), заключенного между ее следами.

в) Удлинить отрезок CD прямой общего положения на 10 мм.

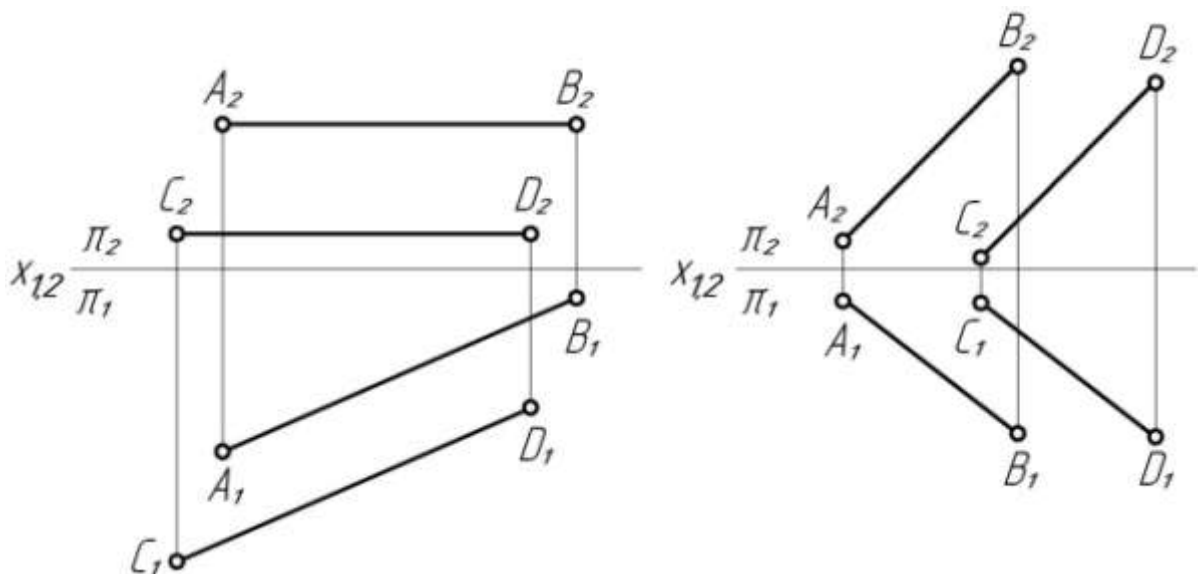


32. а) Определить натуральную величину расстояния от точки до прямой.

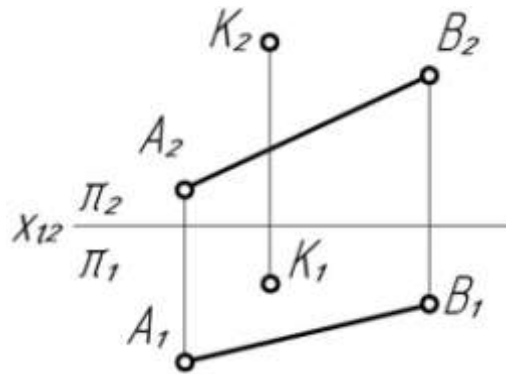




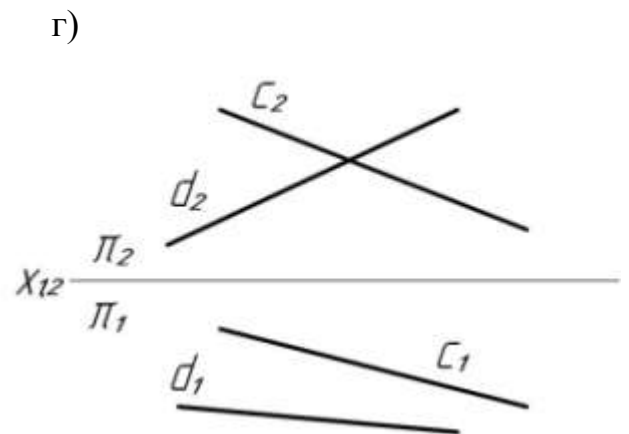
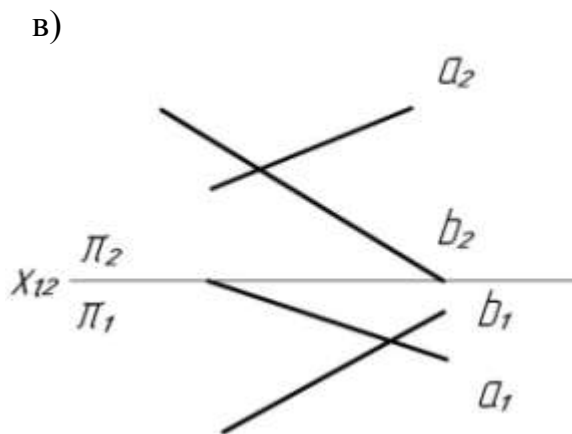
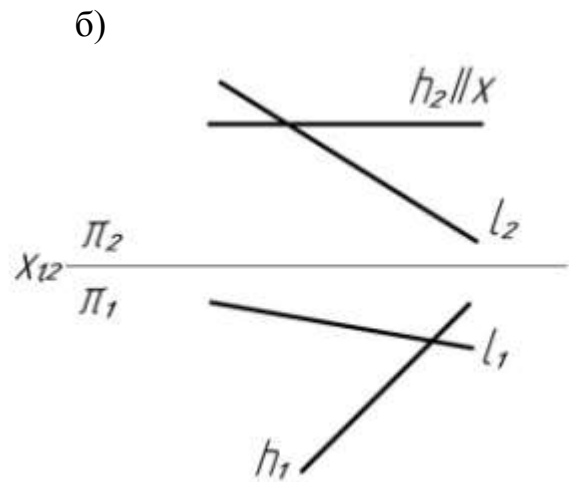
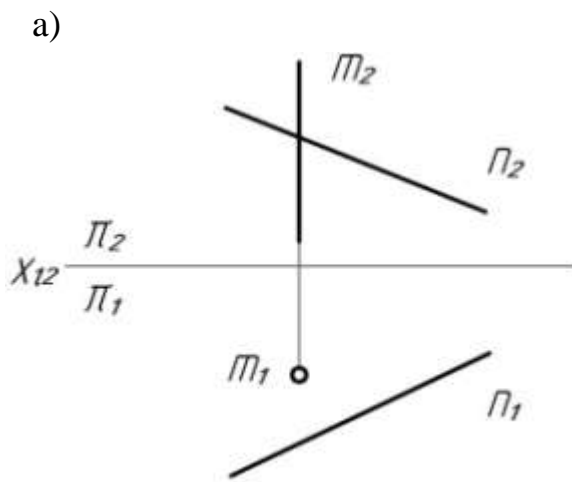
б) Определить натуральную величину расстояния между параллельными прямыми.



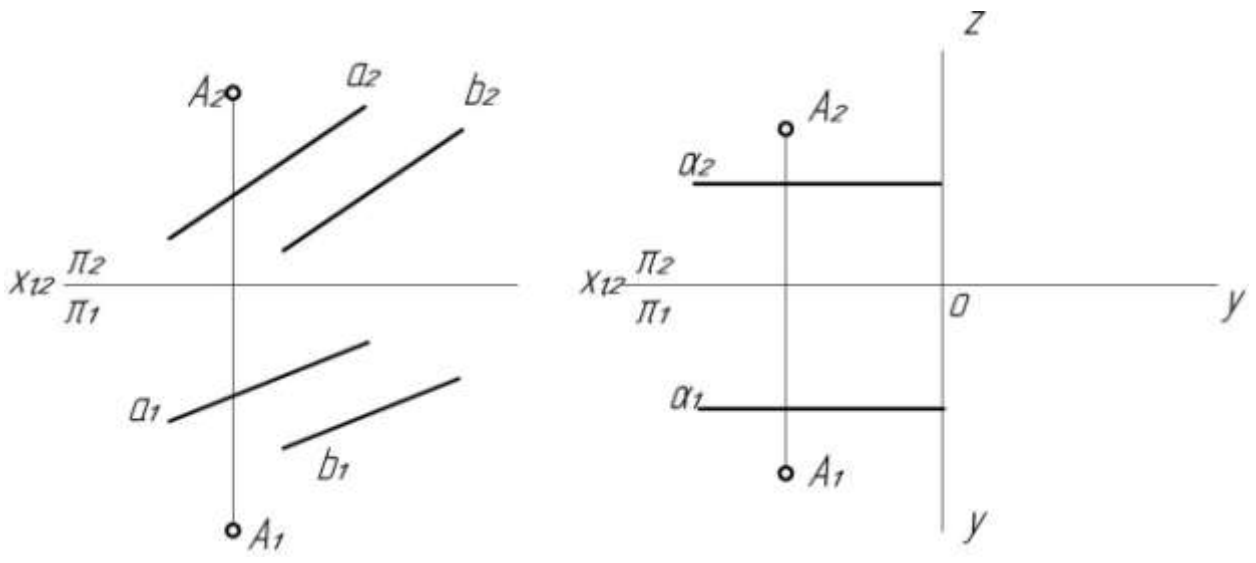
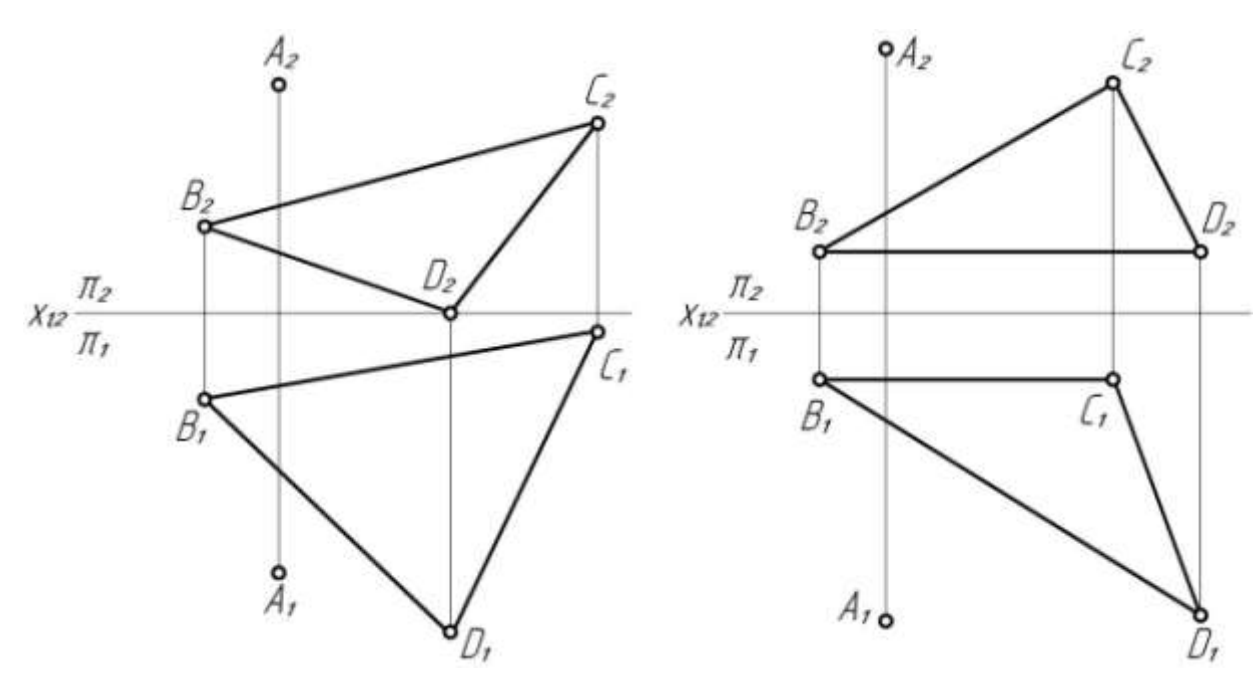
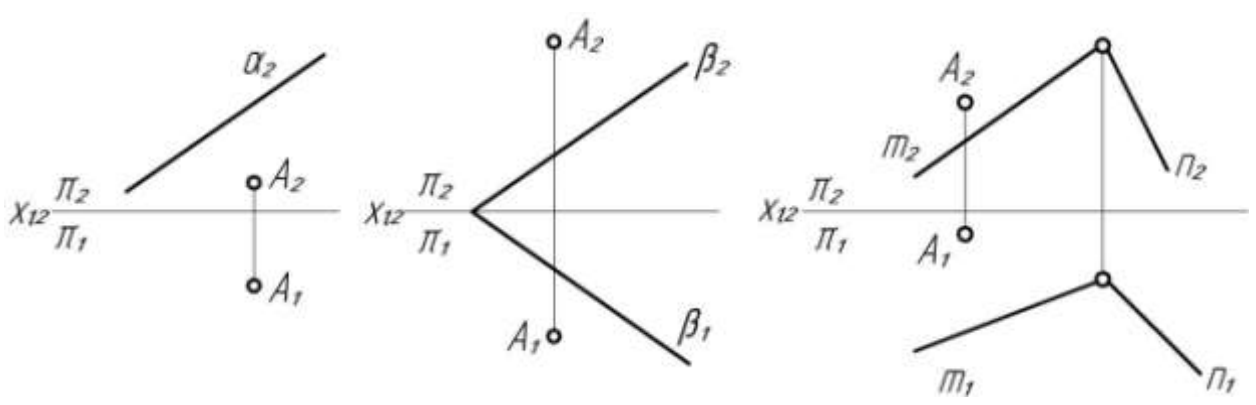
в) Построить точку M , симметричную точке K относительно прямой AB .



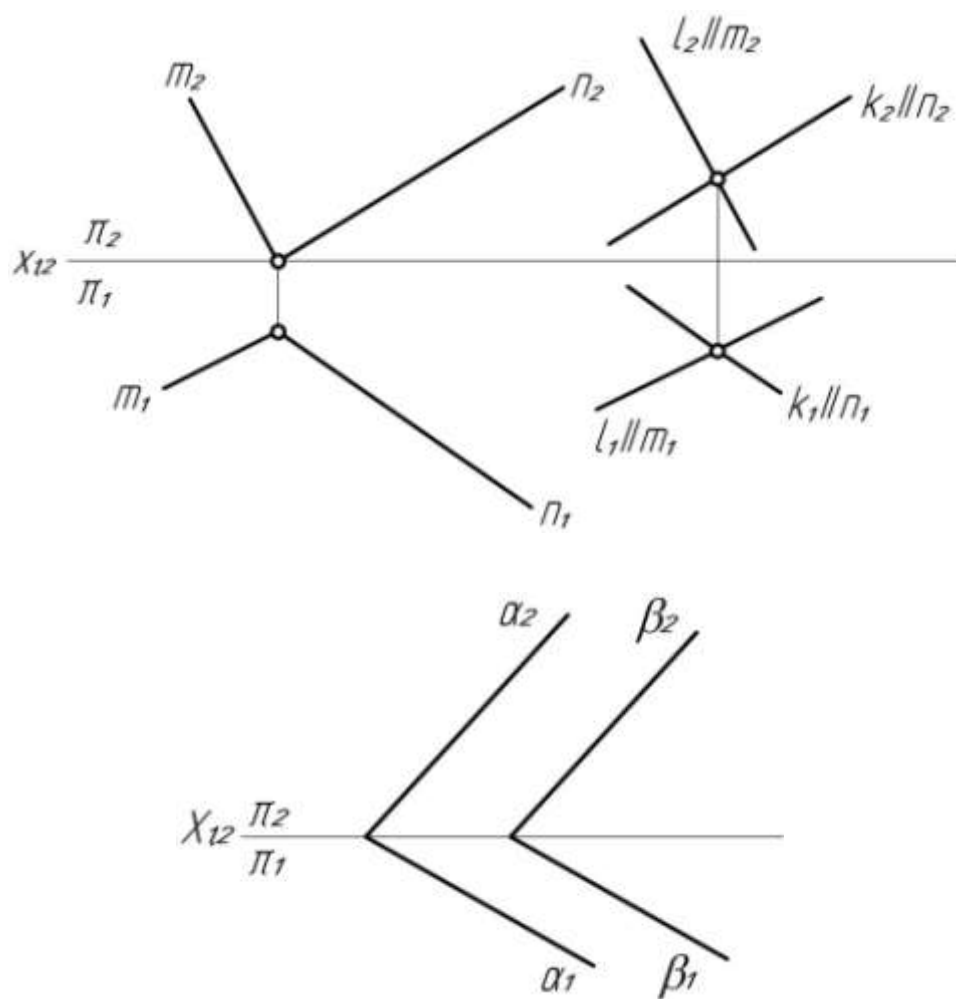
33. Определить натуральную величину расстояния между скрещивающимися прямыми.



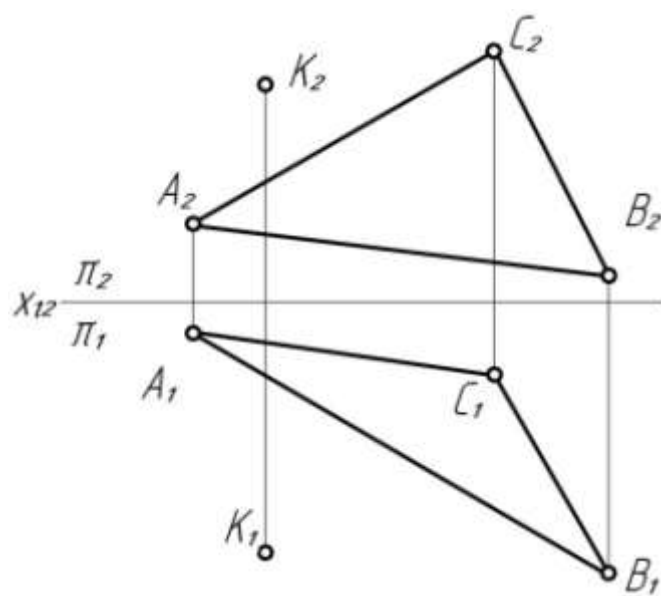
34. а) Определить натуральную величину расстояния от точки A (A_1, A_2) до данной плоскости.



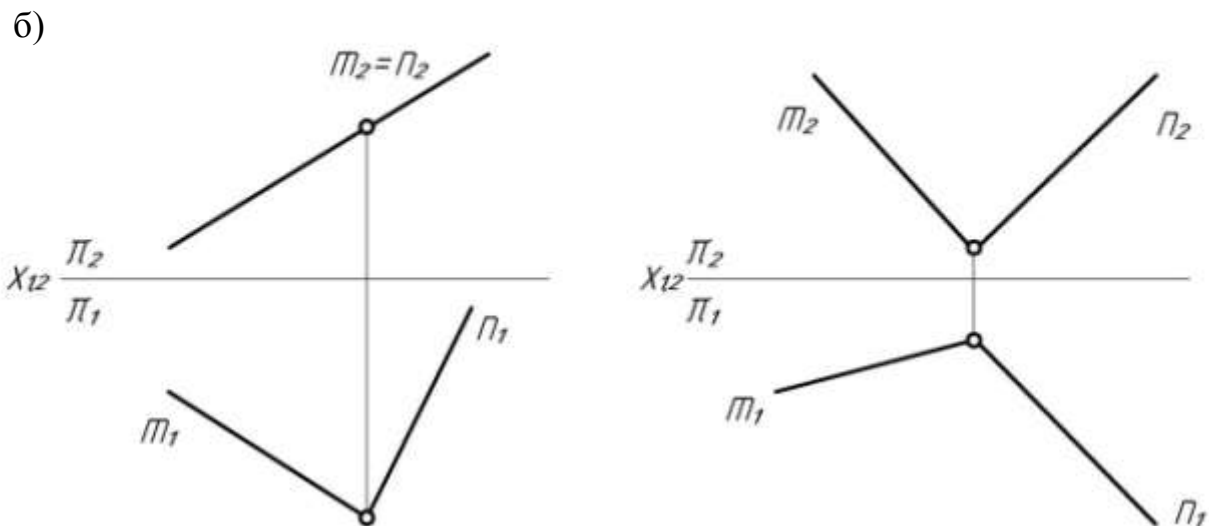
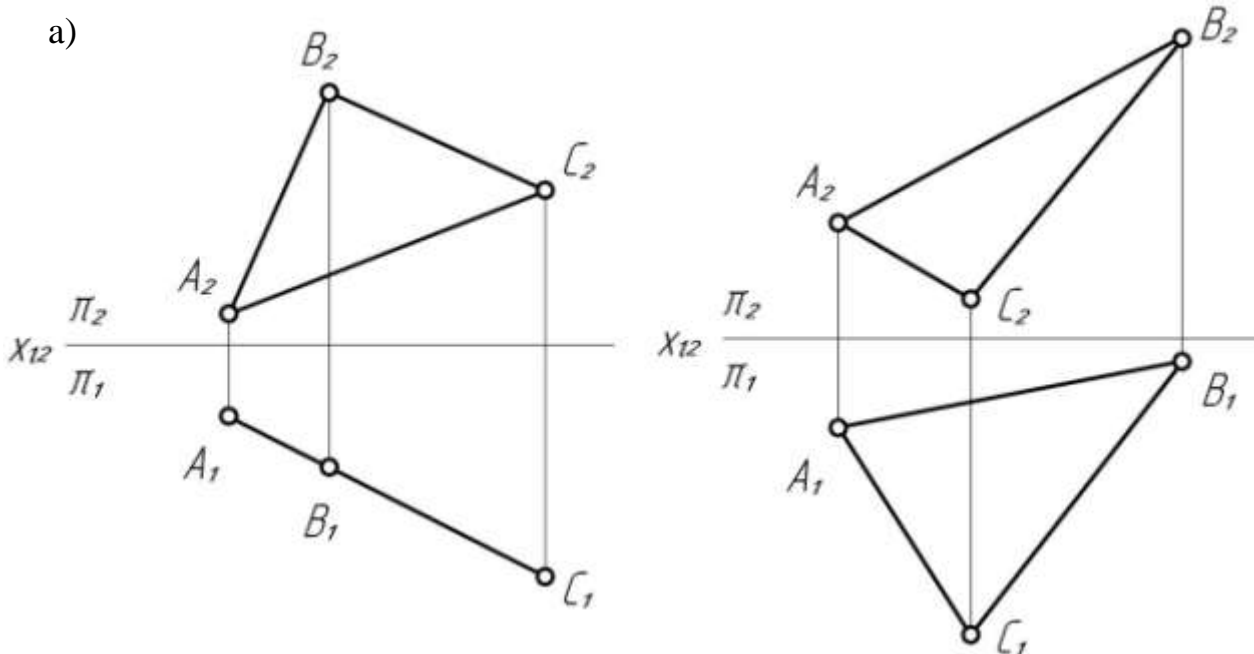
б) Определить натуральную величину расстояния между параллельными плоскостями.



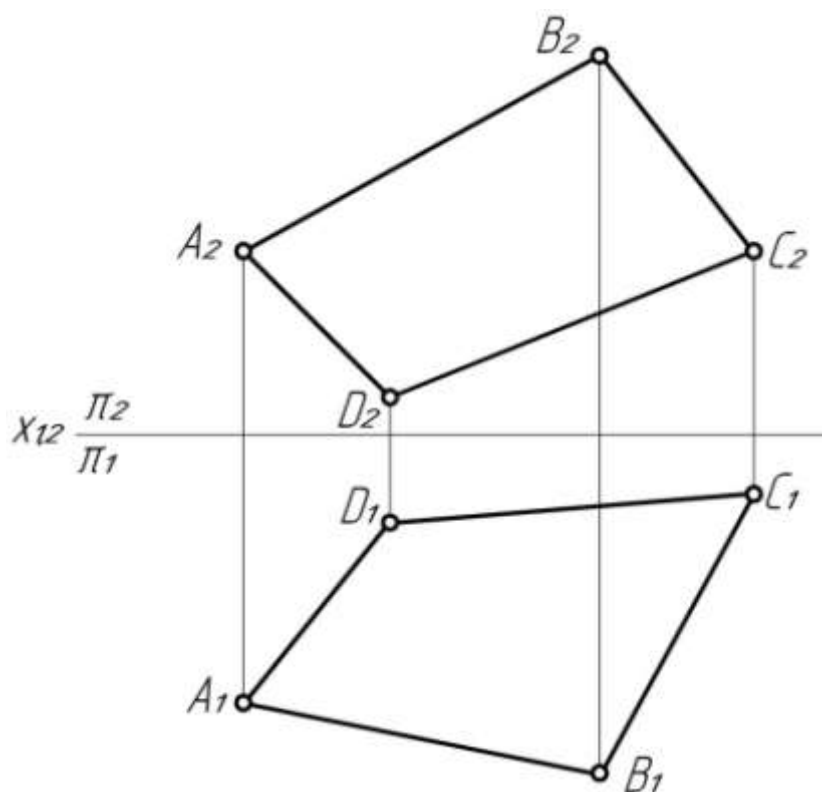
в) Построить точку M , симметричную точке K относительно плоскости $\alpha(\triangle ABC)$.



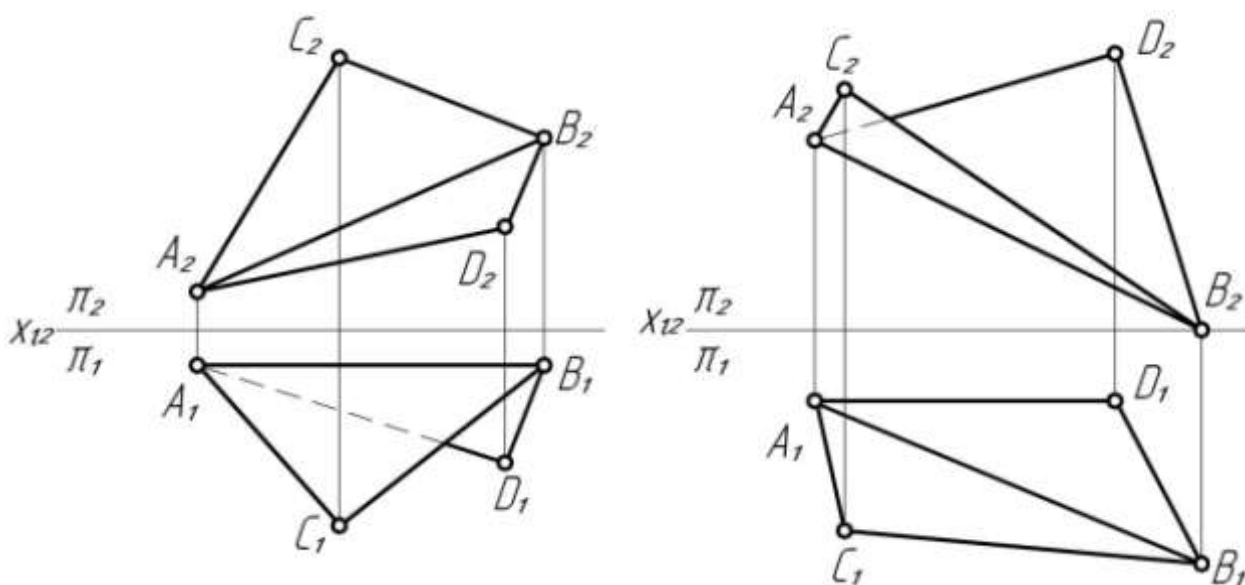
35. а) Определить натуральную величину треугольника ABC .
 б) Определить натуральную величину угла, заключенного между прямыми m и n .



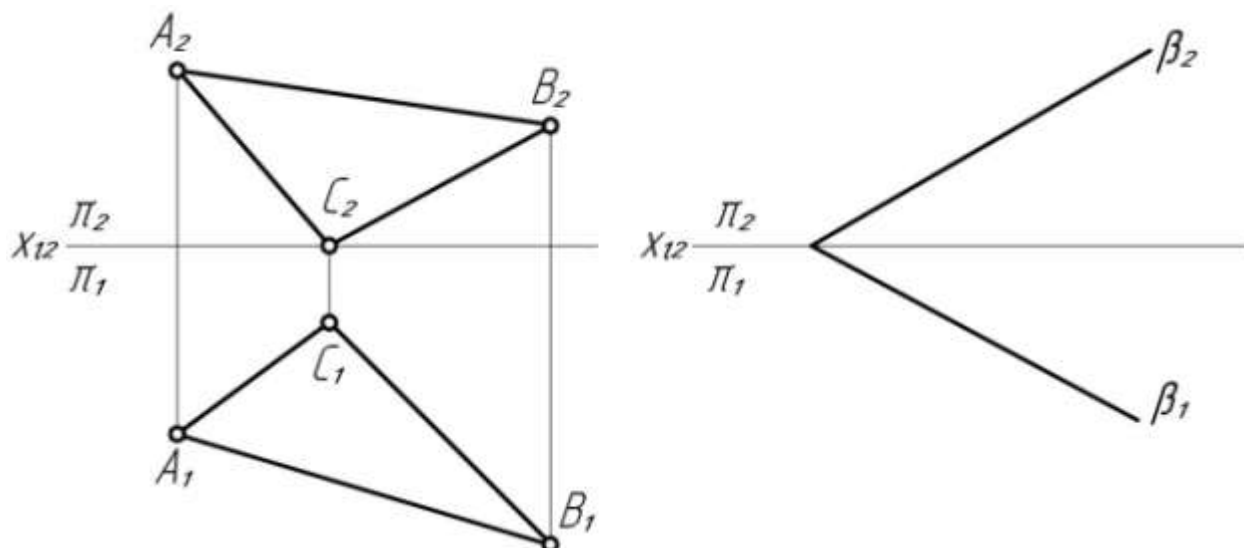
в) Определить натуральную величину четырехугольника $ABCD$.



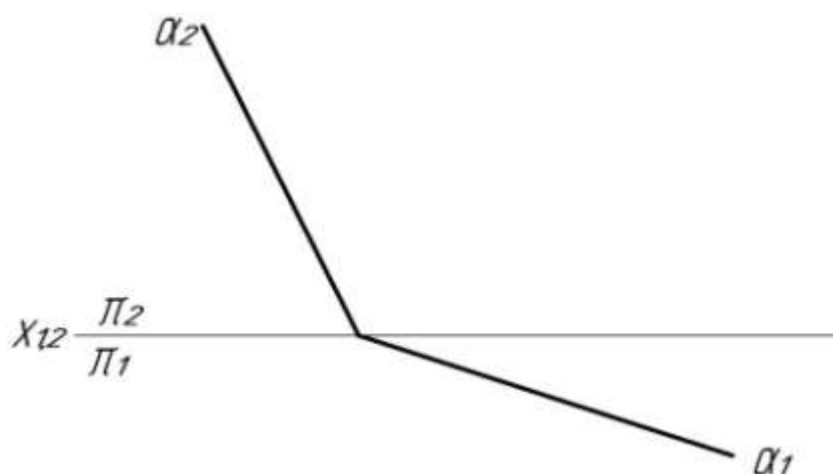
36. а) Определить натуральную величину двугранного угла при ребре AB .



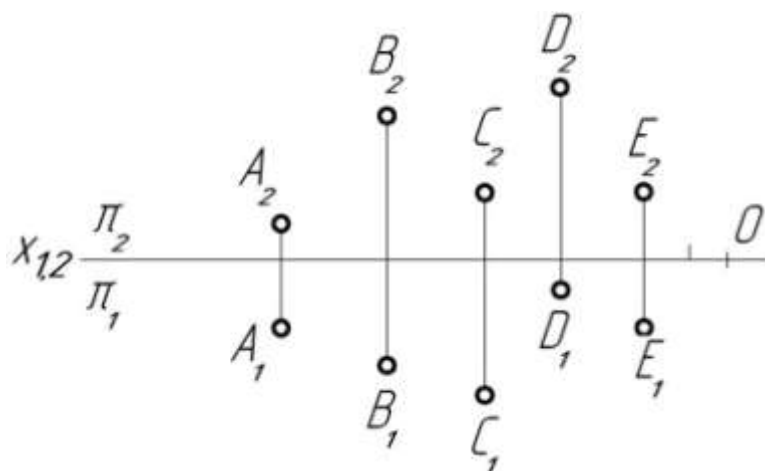
- б) Определить натуральную величину двугранного угла, заключенного между плоскостью α (ΔABC) и горизонтальной плоскостью проекции π_1 (между плоскостью β (β_1, β_2) и фронтальной плоскостью проекции π_2).



- в) Определить угол наклона заданной плоскости α к горизонтальной плоскости проекций π_2 .

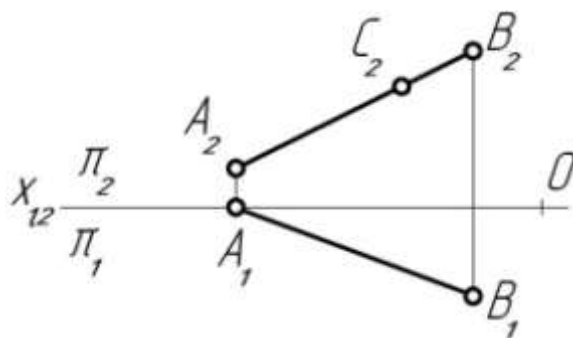


ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ



1. а) Какая точка имеет наименьшее и какая наибольшее удаление от горизонтальной плоскости проекции?
- б) Какая точка имеет наименьшее и какая наибольшее удаление от фронтальной плоскости проекции?
- в) Какая точка имеет наименьшее и какая наибольшее удаление от профильной плоскости проекции?
- г) Какая точка имеет равное удаление от плоскости проекции π_1 , π_2 и π_3 ?
- д) У какой точки координата z больше, чем координата y ?
- е) У какой точки координата y больше, чем координата z ?
- ж) Какие две точки определяют чертеж горизонтальной прямой?
- з) Какие две точки определяют чертеж фронтальной прямой?
- и) Определить координаты x , y и z точки B .

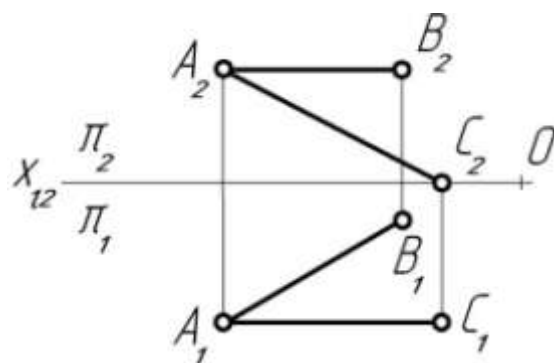
2. Какие координаты x , y и z (в мм) имеет точка C , принадлежащая прямой AB ?



3. а) Определить взаимное расположение прямых AB и AC .

б) Дать название каждой из прямых (прямая общего положения, горизонталь, фронталь, ...).

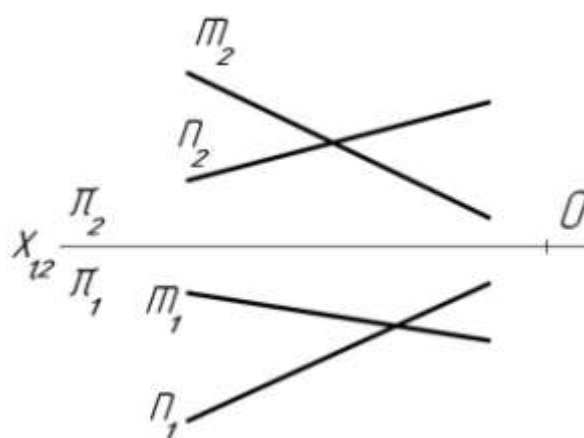
в) Определить удаление каждой из прямых от соответствующей плоскости проекций.



4. а) Определить взаимное расположение прямых m и n .

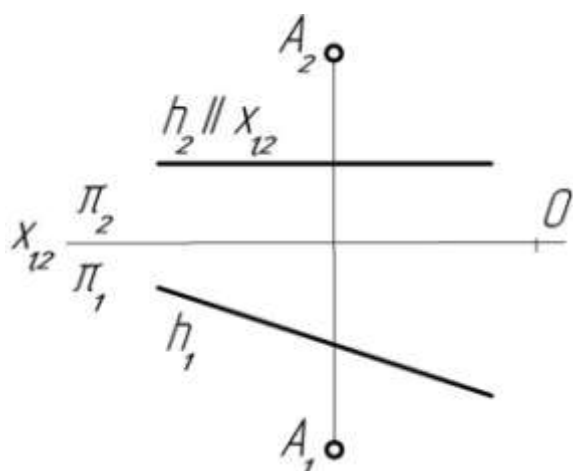
б) Определить координаты фронтально конкурирующих точек, расположенных на заданных прямых m и n .

в) Какая из прямых видима относительно плоскости проекций π_1 ?

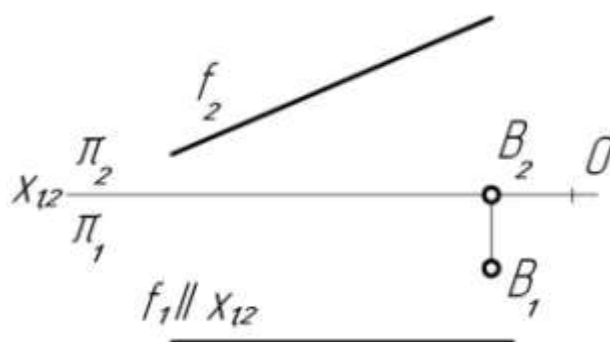


5. Определить координаты основания перпендикуляра, проведенного из точек A и B на данную прямую.

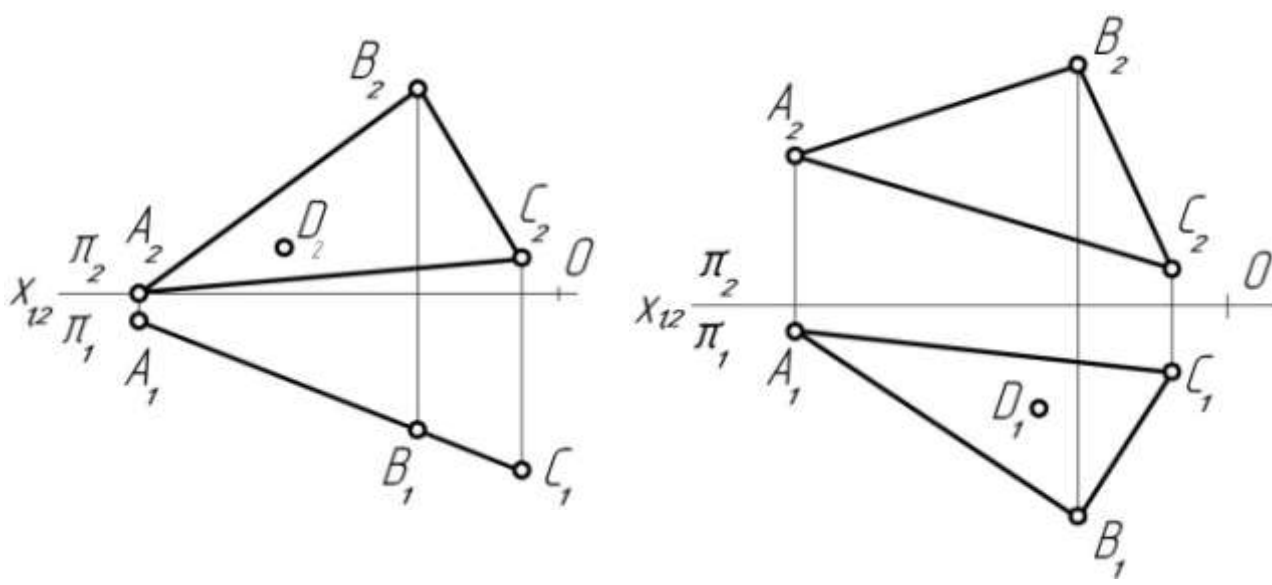
а)



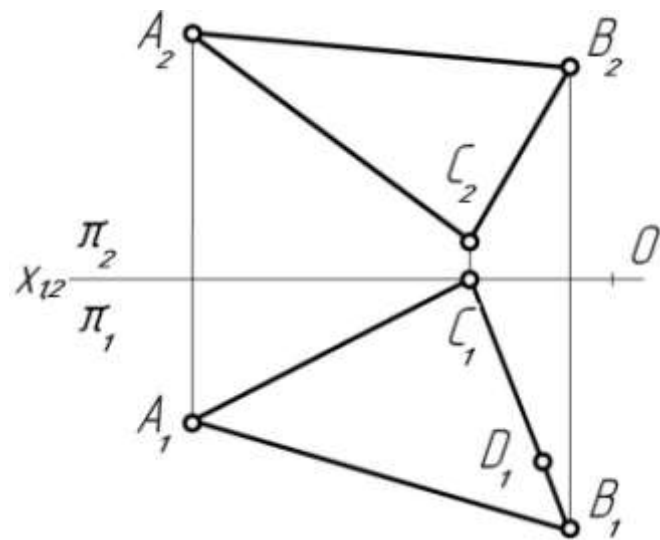
б)



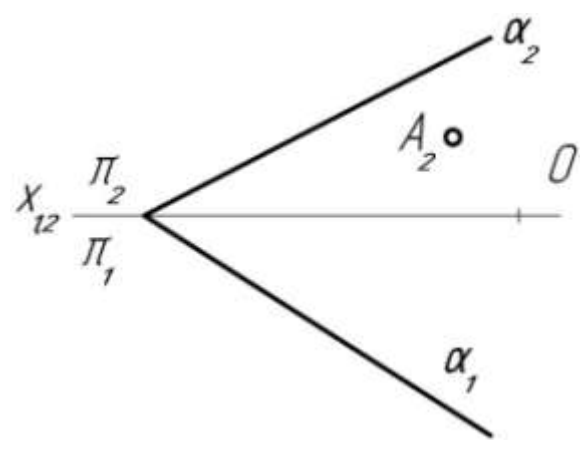
6. Определить координаты точки $D \in \alpha (\Delta ABC)$.



7. Определить координаты точки $E (E_1, E_2)$, в которой горизонталь h данной плоскости $\alpha (\Delta ABC)$ пересекается с прямой AC . Горизонталь проходит через точку $D (D_1) \in \alpha$.



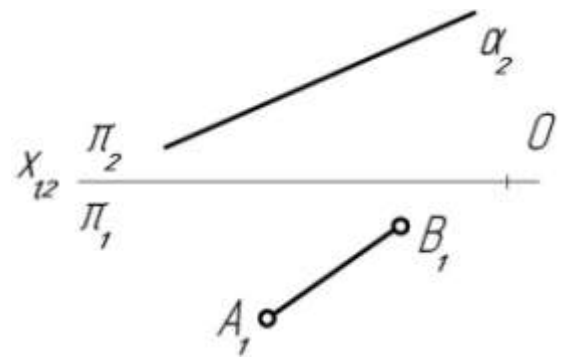
8. Построить в плоскости $\alpha (\alpha_1, \alpha_2)$ фронталь f , проходящую через точку $A (A_2) \in \alpha$, и определить координаты точки $B (B_1, B_2)$ пересечения этой фронтали с горизонтальным следом плоскости α_1 .



9. а) Определить высоты точек $A (A_1)$ и $B (B_1)$, расположенных в плоскости α .

б) Дать название прямой $AB \in \alpha$ (прямая общего положения, горизонталь, фронталь....)

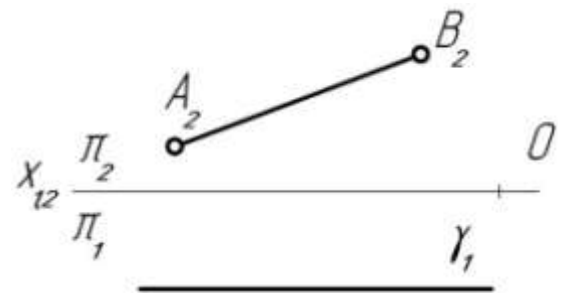
в) Как называется плоскость α ?



10. а) Определить глубины точек $A (A_2)$ и $B (B_2)$, принадлежащих плоскости γ .

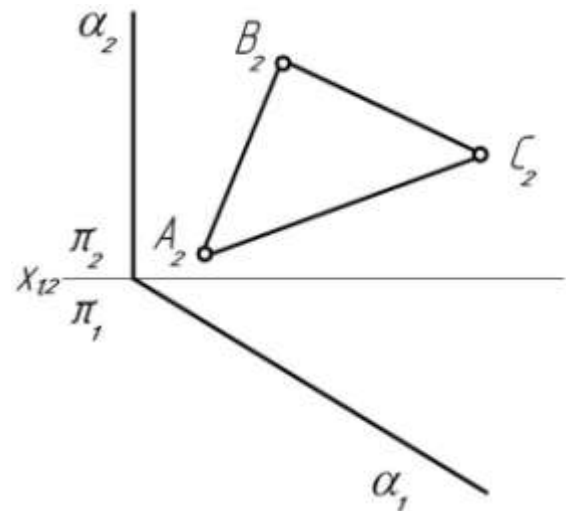
б) Дать название прямой $AB \in \gamma$ (прямая общего положения, горизонталь, фронталь....).

в) Как называется плоскость γ ?

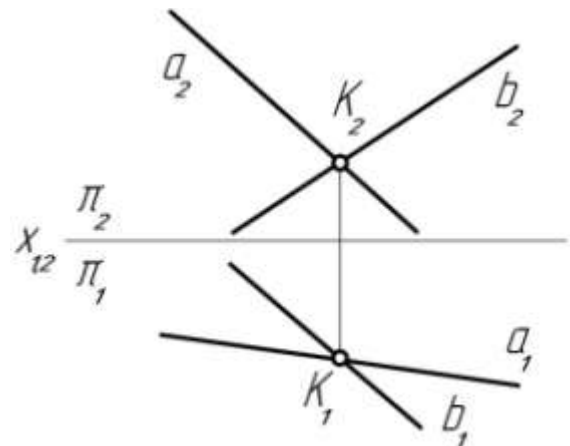


11. а) Достроить горизонтальную проекцию треугольника ABC , принадлежащего плоскости $\alpha (\alpha_1, \alpha_2)$.

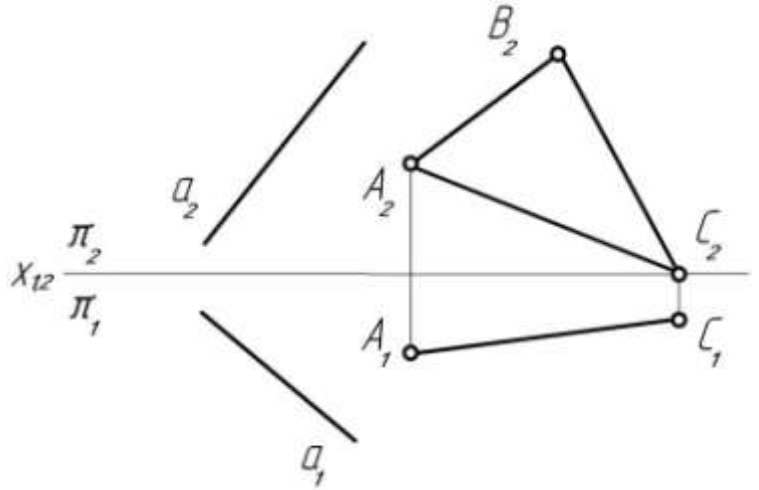
б) Дать название плоскости α .



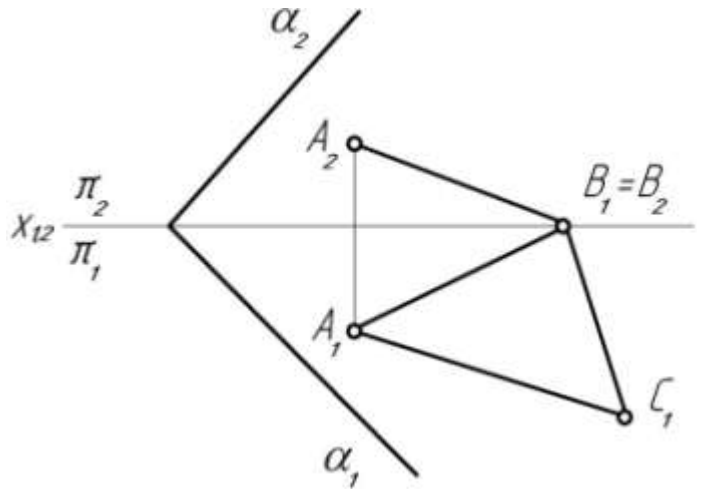
12. Через точку K провести горизонталь и фронталь заданной плоскости $\gamma (a \cap b)$.



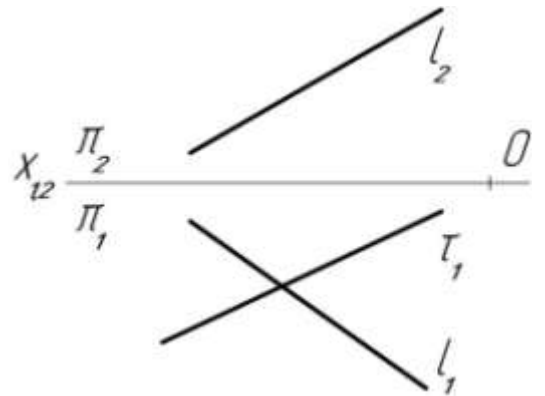
13. Достроить горизонтальную проекцию треугольника ABC , плоскость которого параллельна прямой a .



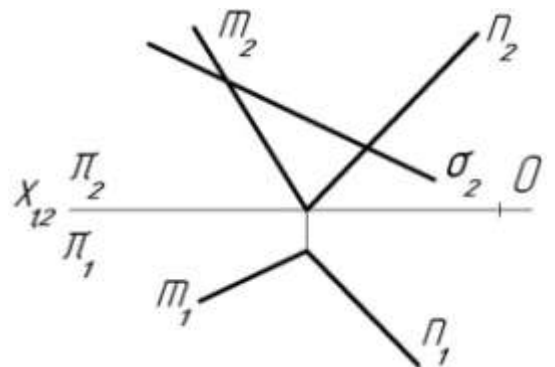
14. Достроить фронтальную проекцию треугольника ABC , плоскость которого перпендикулярна к заданной плоскости α (α_1, α_2).



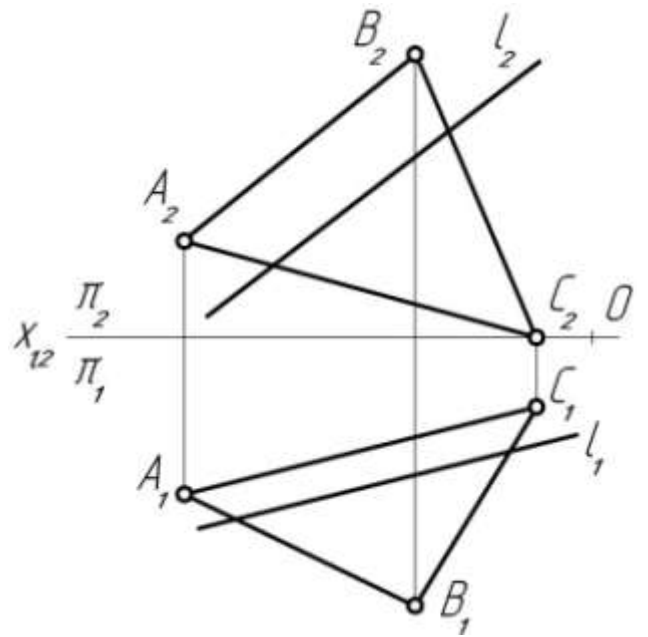
15. а) Определить координаты точки M (M_1, M_2) пересечения прямой l (l_1, l_2) с плоскостью τ .
б) Как называется плоскость τ ?



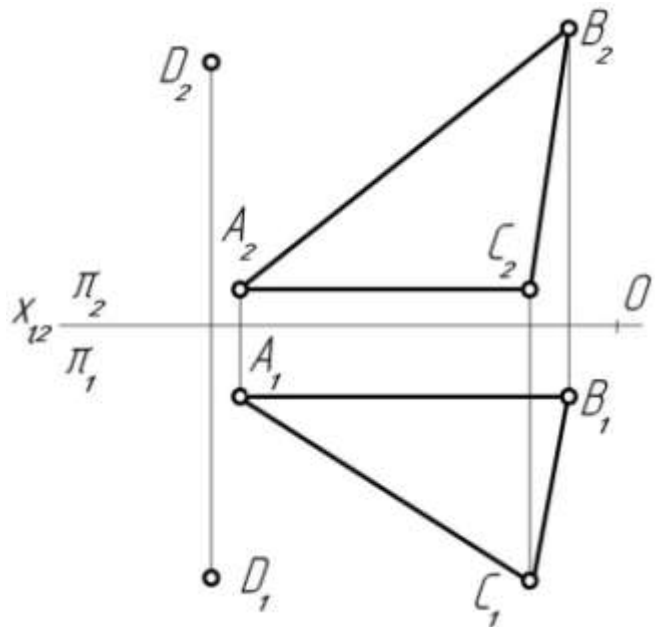
16. а) Дать координаты точек A (A_1, A_2) и B (B_1, B_2), определяющих прямую пересечения плоскостей α ($m \cap n$) и σ ($A \in m, B \in n$).
б) Как называются плоскости α и σ ?



17. Определить координаты точки $M (M_1, M_2)$ пересечения прямой общего положения $l (l_1, l_2)$ с плоскостью общего положения $\alpha (ABC)$.

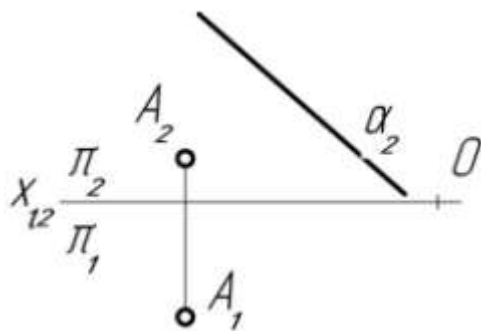


18. Опустить перпендикуляр из точки $D (D_1, D_2)$ на плоскость $\alpha (ABC)$ и определить координаты точки $M (M_1, M_2)$ пересечения его с плоскостью $\alpha (ABC)$.

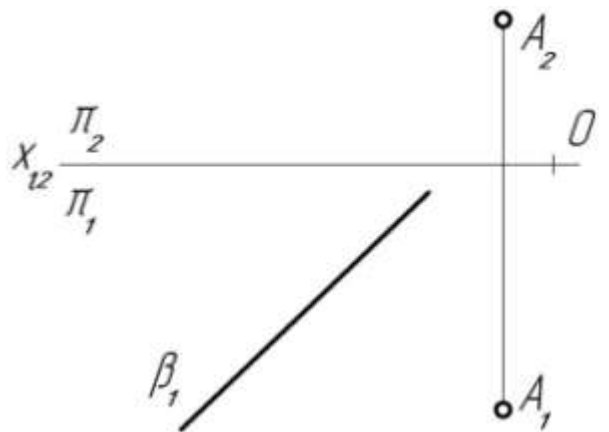


19. Определить координаты основания $B (B_1, B_2)$ перпендикуляра, опущенного из точки $A (A_1, A_2)$ на данную плоскость.

а)

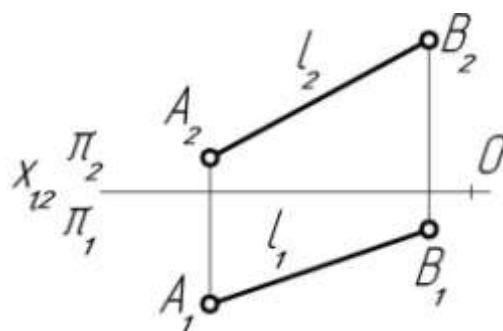


б)



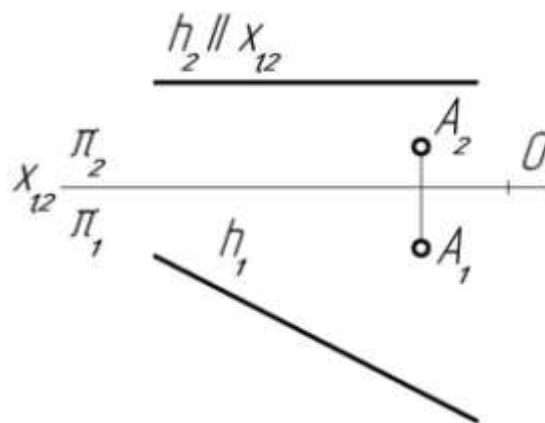
20. а) Определить натуральную величину отрезка AB прямой общего положения l .

б) Определить натуральную величину отрезка прямой l , заключенного между ее следами M и N .

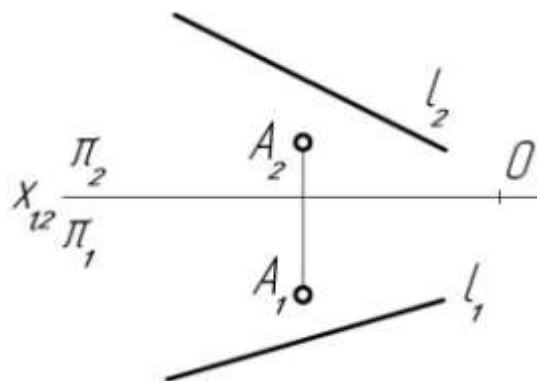


21. а) Определить натуральную величину расстояния от точки A (A_1, A_2) до горизонтальной прямой.

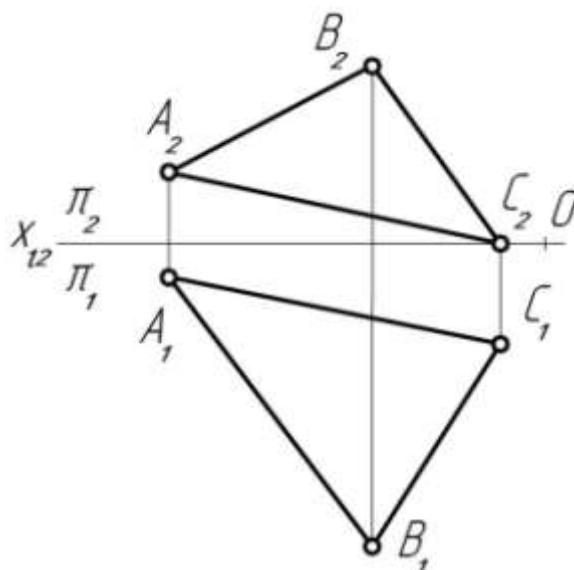
б) Определить координаты точки B (B_1, B_2), симметричной точке A относительно данной горизонтали.



22. Определить натуральную величину расстояния от точки A (A_1, A_2) до прямой общего положения l (l_1, l_2).



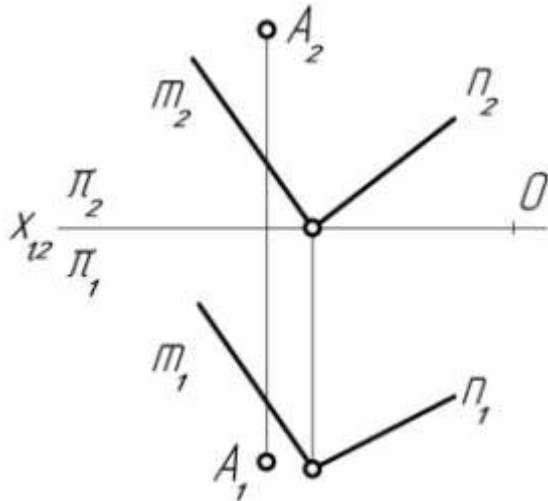
23. Определить натуральную величину сторон AB , BC и AC треугольника ABC преобразованием плоскости треугольника в плоскость уровня.



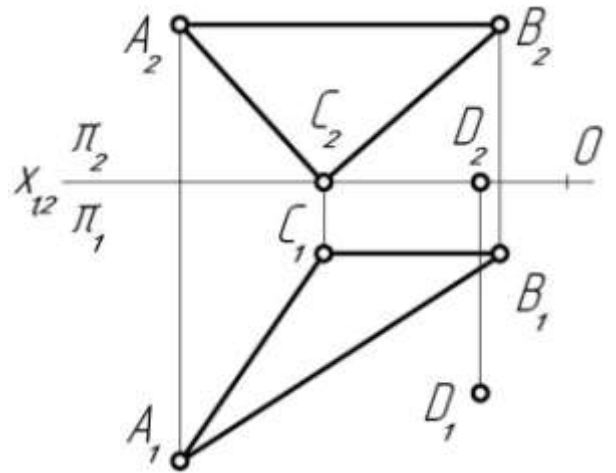
24. а) Определить натуральную величину расстояния от точки A (A_1, A_2) до плоскости α ($m \cap n$).

б) Определить координаты основания M (M_1, M_2) перпендикуляра, опущенного из данной точки D (D_1, D_2) на плоскость β (ΔABC).

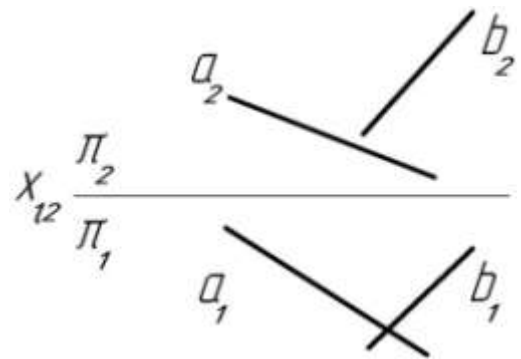
а)



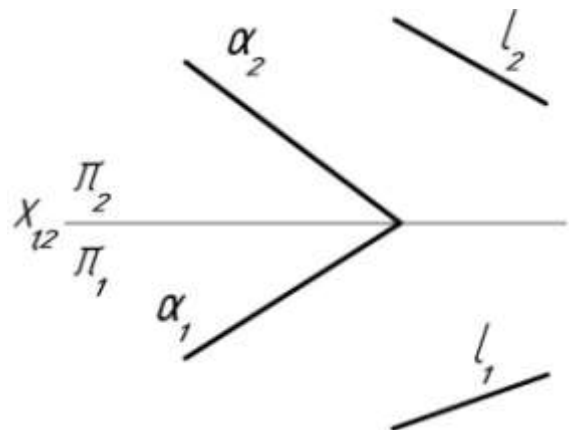
б)



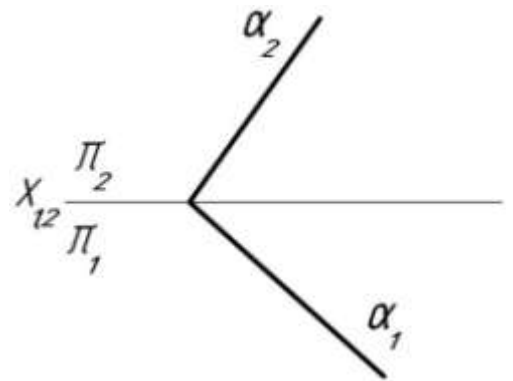
25. Определить натуральную величину угла между прямыми a и b ?



26. Определить натуральную величину угла между прямой l (l_1, l_2) и плоскостью α (α_1, α_2).

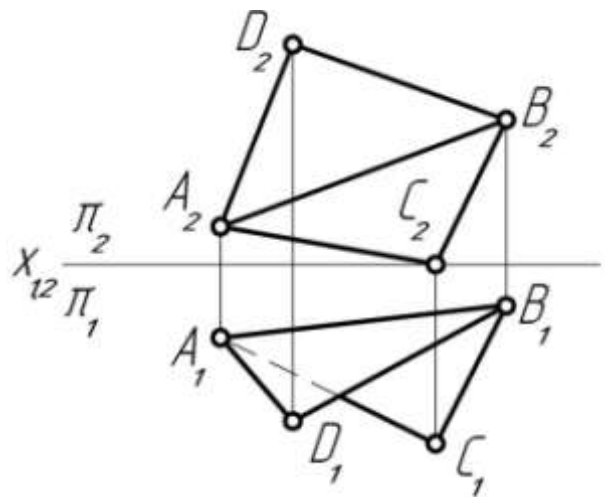
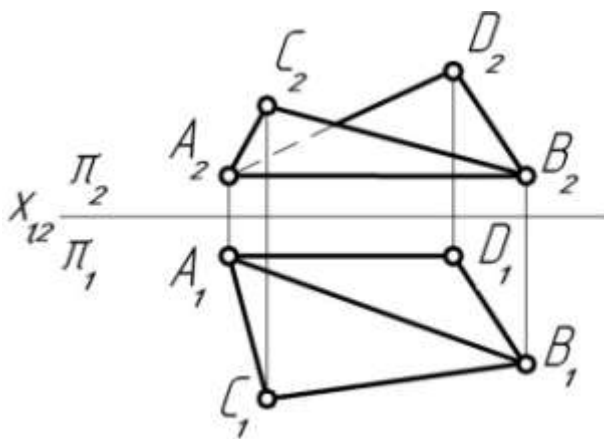


27. Определить натуральную величину двугранного угла, заключенного между плоскостью α (α_1, α_2) и
- а) плоскостью проекций π_1 ,
 - б) плоскостью проекций π_2 .



28. Определить натуральную величину двугранного угла при ребре AB .

- а)
- б)



Список литературы

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия: учебник для СПО / А. А. Чекмарев. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 166 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03109-6. <https://bibli-online.ru/viewer/nachertatelnaya-geometriya-420681>
2. Чекмарев А.А. Инженерная графика: учебник для СПО / А. А. Чекмарёв. — 12-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017.— 381 с.
3. Филонова, А. Е. Черчение (Отделочные строительные работы) : практикум : учебное пособие / А. Е. Филонова. — 2-е изд., стер. — Минск : РИПО, 2021. — 104 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697379> (дата обращения: 01.12.2023). — Библиогр.: с. 102. — ISBN 978-985-7253-50-0. — Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический университет»
Ивановский политехнический колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Физика»

для обучающихся по профессиям и специальностям
среднего профессионального образования

Иваново 2022

Составители: преподаватель высшей категории Зайцева Н.П.
преподаватель высшей категории Рогозина Г.А.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика» предназначены для обучающихся всех специальностей и профессий колледжа. Поскольку количество работ больше чем запланировано в программах, есть возможность варьировать работы в зависимости от специальности или профессии.

В методических указаниях приведены требования по оформлению работ, подробно описана структура каждой работы. Теоретический материал, приведенный в каждой работе, дополняет и частично дублирует, читаемый на теоретических занятиях. Методические указания составлены на основе рабочих программ по учебной дисциплине общеобразовательного цикла «Физика».

Рецензенты

Т.А. Ковригина – преподаватель высшей категории машиностроительного колледжа.

И.В. Димакова – преподаватель физики высшей категории частного профессионального образовательного учреждения «Ивановский фармацевтический колледж».

Содержание

1.	Введение _____	5
2.	Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ по физика _____	5
3.	Требования к оформлению лабораторных работ -----	6
4.	Лабораторная работа № 1 Изучение движения тела по окружности под действием силы упругости и тяжести _____	7
5.	Лабораторная работа № 2 Определение коэффициента трения скольжения с использованием закона сохранения и превращения энергии -----	8
6.	Лабораторная работа № 3 Определение модуля упругости резины-----	10
7.	Лабораторная работа № 4 Определение плотности твердого тела и жидкости -----	12
8.	Лабораторная работа № 5 Проверка закона Бойля – Мариотта -----	14
9.	Лабораторная работа № 6 Определение удельной теплоемкости тела -----	16
10.	Лабораторная работа № 7 Определение удельной теплоты плавления льда -----	18
11.	Лабораторная работа № 8 Определение коэффициента поверхностного натяжения воды-----	20
12.	Лабораторная работа № 9 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока-	21
13.	Лабораторная работа № 10 Определение удельного сопротивления проводника-----	23
14.	Лабораторная работа № 11 Исследование последовательного соединения проводников-----	25
15.	Лабораторная работа № 12 Исследование параллельного соединения проводников-----	27
16.	Лабораторная работа № 13 Определение КПД источника тока-----	29
17.	Лабораторная работа № 14 Изучение устройства и работы трансформатора -----	31
18.	Лабораторная работа № 15 Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника _____	34
19.	Лабораторная работа № 16 Построение изображения в плоском зеркале-----	36
20.	Лабораторная работа № 17 Измерение освещенности. Определение силы света источника---	37

21. Лабораторная работа № 18	
Определение показателя преломления стекла -----	39
22. Лабораторная работа № 19	
Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы _____	41
23. Лабораторная работа № 20	
Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки _____	43
24. Литература _____	46

Введение

Для успешного освоения знаний, умений, приобретения опыта работы в содержании обучения дисциплина Физика включено выполнение лабораторных работ.

Лабораторные работы служат для:
обобщения, систематизации, углубления и закрепления теоретических знаний;
формирования умений применять знания на практике;
развития интеллектуальных умений: аналитических, проектировочных, конструктивных и т.д.

Лабораторные работы способствуют развитию интереса к физическим исследованиям, заставляют логически мыслить, развивают наблюдательность, учат делать выводы.

Одной из основных целей лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка теоретических положений.

Структура и содержание лабораторных работ включает в себя следующие элементы:

- тема занятия,
- цель занятия,
- краткие теоретические основания выполняемого задания,
- оборудование и аппаратура,
- материалы и их характеристики,
- порядок выполнения задания,
- таблицы,
- расчет величин,
- выводы,
- контрольные вопросы,
- учебная специальная литература.

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ по дисциплине «Физика»

1. К лабораторным работам допускаются студенты, не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья и прошедшие инструктаж по технике безопасности на уроках физики.

2. Допущенные студенты должны неукоснительно соблюдать правила внутреннего распорядка, технику безопасности и держать в чистоте рабочее место.

3. Соблюдать правила пожарной безопасности и правила обращения с электроприборами.

4. Во время демонстрации с напряжением 110В использовать диэлектрические перчатки, хлопчатобумажный халат, диэлектрический коврик. Ручки электроприборов должны быть изолированы.

5. При ухудшении самочувствия или неисправности оборудования немедленно прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.

6. Запрещено использовать поврежденные приборы или посуду.

7. Включать электроприборы или электросхемы можно только после проверки преподавателем и в его присутствии.

8. Нельзя использовать электроприборы с открытой спиралью.

9. После выполнения работы отключить все электрические приборы от электропитания. Посуду вымыть, остальные приборы расставить по местам.

Требования к оформлению лабораторных работ.

1. Строго соблюдать правила по технике безопасности.

2. Тщательно производить все измерения.

3. Для вычислений использовать микрокалькулятор.

После окончания работы студент составляет отчет по схеме:

1. Тема работы.

2. Цель работы.

3. Оборудование.

4. Схема установки.

5. Таблица измерений.

6. Расчеты необходимых величин.

7. Вывод.

8. Ответы на контрольные вопросы.

Небрежное оформление отчета, исправление уже написанного недопустимо.

Все лабораторные работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарным планом преподавателя.

В конце занятия преподаватель ставит оценку, которая складывается из результатов наблюдения за выполнением практической части работы, проверки отчета, беседы в ходе работы или после нее.

Все лабораторные работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарным планом преподавателя.

Лабораторная работа № 1.

Изучение движения тела по окружности под действием силы упругости и тяжести

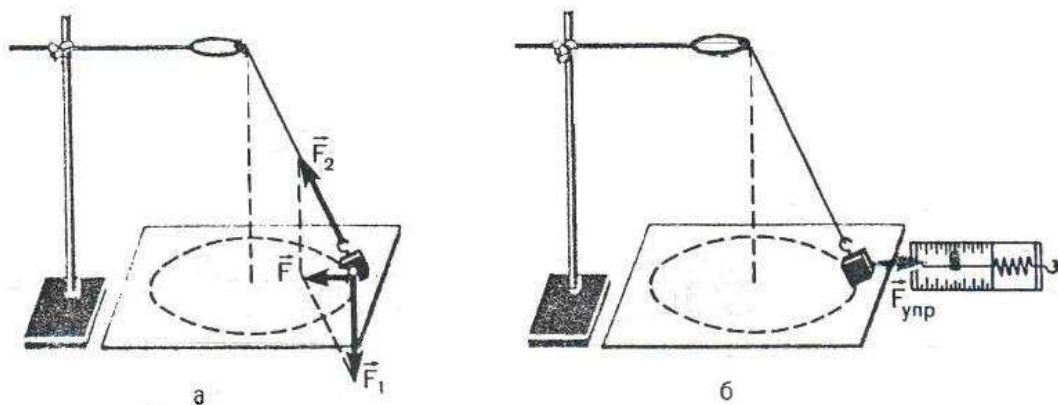
Цель работы: убедиться в том, что при движении тела по окружности под действием нескольких сил их равнодействующая равна произведению массы тела на ускорение: $F=ma$.

Оборудование: штатив с муфтой и кольцом, прочная нить, лист бумаги с начертательной окружностью радиусом 15 см, груз из набора по механике, линейка с миллиметровым делением, динамометр.

Теоретические сведения

Конический маятник состоит из груза, прикрепленного к нити. На тело действуют сила тяжести F_1 и сила упругости F_2 . Их равнодействующая равна $F = F_1 + F_2$. Сила F и сообщает грузу центростремительное ускорение $a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ (r – радиус окружности, по которой движется груз, T – период его обращения).

Для нахождения периода удобно измерить время t определенного числа N оборотов $T = \frac{t}{N}$. Модуль равнодействующей F сил F_1 и F_2 можно измерить, скомпенсировав ее силой упругости пружины динамометра.



Ход работы

1. Нить длиной около 45 см привяжите к грузу и подвесьте к кольцу штатива.
2. Одному из обучающихся взяться двумя пальцами за нить у точки подвеса и привести во вращение маятник.
3. Второму обучающемуся измерить лентой радиус r окружности, по которой движется груз. (Окружность можно начертить заранее на бумаге и по этой окружности привести в движение маятник.)

4. Определить период обращения маятника при помощи часов с секундной стрелкой.
5. Рассчитайте ускорение $a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$.
6. Измерьте модуль равнодействующей F , уравновесив ее силой упругости пружины динамометра.
7. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	t, с	t _{ср} , с	N	m, кг	r, м	a, м/с ²	F _{упр} , Н

8. Написать все расчёты
9. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что такое период обращения, частота обращения?
2. Как связаны между собой период и циклическая частота?
3. Какое ускорение называется центростремительным? Куда оно направлено? Каков угол между вектором центростремительного ускорения и вектором скорости?
4. Записать формулу ускорения через период и частоту вращения.
5. Что такое мгновенная скорость криволинейного движения, как она направлена?
6. Какова скорость движения автомобиля, если его колеса радиусом 30 см делают 600 об/мин?

Лабораторная работа № 2.

Определение коэффициента трения скольжения с использованием закона сохранения и превращения энергии.

Цель работы: Проверить взаимосвязь работы и энергии. Вычислить коэффициент трения скольжения.

Оборудование: трибометр, динамометр пружинный на нагрузку 4Н, измерительная линейка 30 – 35 см с миллиметровыми делениями, штангенциркуль, весы технические с разновесом, набор грузов по механике, прочная нить длиной 20 – 30 см.

Теоретические сведения

Если динамометр вместе с линейкой прижать рукой к столу, а брусок оттянуть, чтобы динамометр показал некоторую силу, то потенциальную

энергию пружины можно записать так: $E_p = \frac{Fx}{2}$, где F – показание динамометра, а x – растяжение пружины.

После освобождения брусок будет двигаться до остановки, и потенциальная энергия пружины израсходуется на совершение работы по преодолению силы трения на пути s . Эту работу можно представить таким выражением: $A = \mu mgs$, где μ – коэффициент трения; m - масса бруска; g - ускорение свободного падения; s - путь бруска.

$$\text{По закону сохранения энергии } \frac{Fx}{2} = \mu mgs \Rightarrow \mu = \frac{Fx}{2mgs}$$

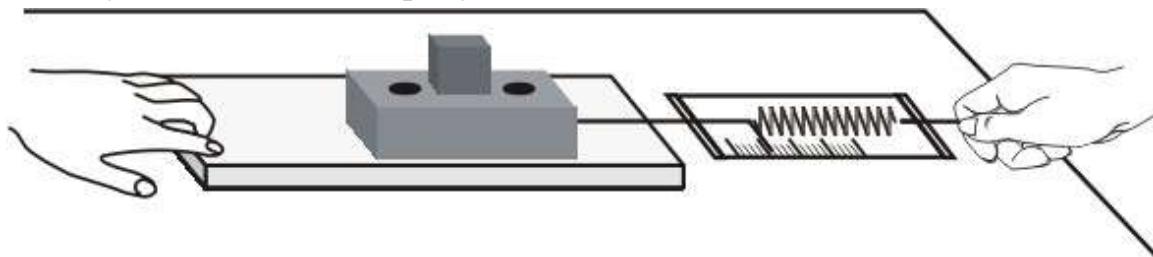
Ход работы

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 2

№ опыта	F, Н	m, 10 ⁻³ кг	x, 10 ⁻³ м	s, 10 ⁻³ м	μ	$\mu_{\text{ср}}$

2. Определите взвешиванием массу брускам.
3. К крючкам динамометра и бруска привяжите нить так, чтобы расстояние между ними было примерно 10 см, брусок с динамометром поместите на линейку, как показано на рисунке.



4. Конец динамометра с петлей совместите с концом линейки и прижмите их рукой к столу. Затем оттяните брусок так, чтобы динамометр показал силу $F = 1$ Н и измерьте штангенциркулем растяжение пружины. Отметьте положение бруска и отпустите его.
5. Измерить линейкой расстояние s , пройденное бруском, и вычислите коэффициент трения μ .
6. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.
7. Опыт повторите, изменив один раз массу бруска (поместите на него стограммовый груз), а в другой раз – растяжение пружины (увеличьте показание динамометра на 1 м).

8. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу; найдите среднее значение коэффициента трения.
9. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Зависит ли коэффициента трения скольжения от изменения нагрузки на брусок и от изменения силы упругости пружины?
2. Какие приборы из оборудования к данной работе следует заменить, чтобы получить другое значение коэффициента трения?
3. Какое преобразование энергии происходит при выполнении описанного опыта?
4. Когда возникает сила трения покоя? Как она направлена?
5. Действует ли сила трения покоя на стол, стоящий на полу?
6. Записать формулу максимальной силы трения покоя.

Лабораторная работа №3.

Определение модуля упругости резины

Цель работы: Определить модуль упругости резины.

Оборудование: штатив, резиновый шнур, набор гирь, измерительная линейка.

Теоретические сведения

Если к однородному стержню, закрепленному на одном конце, приложить силу F вдоль оси стержня, то стержень подвергнется деформации растяжения. Деформацию растяжения характеризуют абсолютным удлинением $\Delta L_1 = L_1 - L_0$. В деформированном теле возникает механическое напряжение σ , равное отношению модуля силы F к площади поперечного сечения тела S :

На упруго деформированные тела распространяется закон Гука: при малых деформациях механическое напряжение σ прямо пропорционально относительному удлинению:

Коэффициент пропорциональности E , входящий в закон Гука, называется модулем упругости или модулем Юнга. Модуль Юнга показывает, какое механическое напряжение возникает в материале при относительной деформации равной единице, т.е. при увеличении длины образца вдвое. В данной работе надо определить модуль упругости E (модуль Юнга) резинового шнура. При выполнении работы надо учесть, что сила упругости в деформированном теле численно равна силе тяжести груза, подвешенного к резиновому

шнуру: $F=mg$. Резиновый шнур имеет прямоугольное сечение, поэтому $S =$
 $muS = ab$, где a - длина прямоугольника, b –толщина прямоугольника (м).
 Окончательная формула для расчета модуля Юнга имеет вид: $E_1 = \frac{L_0 F_1}{\Delta L_1 S}$

Ход работы

1. Закрепить резиновый шнур в штативе.
2. Измерьте ширину и толщину резинового шнура и вычислите его площадь поперечного сечения S .
3. Нанесите на среднем участке шнура карандашом две горизонтальные метки на расстоянии приблизительно 20 см друг от друга.
4. Измерьте начальное расстояние L_0 между метками.
5. Подвесить к свободному концу шнура гирю, массой 500г и вычислите силу, растягивающую шнур $F_1 = P$; $P_1 = mg$ (Н).
6. Измерить расстояние между метками L_1 и вычислить абсолютное удлинение $\Delta L_1 = L_1 - L_0$
7. Вычислить E_1 - модуль упругости резины: $E_1 = \frac{L_0 F_1}{\Delta L_1 S}$.
8. Все результаты занести в таблицу.
9. Увеличить массу гирь, вычислить силу F_2 .
10. Измерить расстояние между метками L_2 и вычислить $\Delta L_2 = L_2 - L_0$.
11. Вычислить E_2 - модуль упругости резины: $E_2 = \frac{L_0 F_2}{\Delta L_2 S}$.
12. Результаты занести в таблицу 3.
13. За истинное значение модуля упругости взять среднее значение E_1 и E_2 :

$$E_{\text{ср}} = \frac{E_1 + E_2}{2}$$

Таблица 3

площадь поперечного сечения шнура S (м ²)	деформирующая сила (нагрузка) F (Н)	длина шнура L_0 (м)	длина шнура под нагрузкой L (м)	абсолютное удлинение ΔL (м)	модуль упругости резины E (Па)	среднее значение модуля упругости $E_{\text{ср}}$

14. Написать все расчёты
15. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется, деформацией твёрдых тел?
2. Какие деформации называются упругими?
3. Перечислите основные виды упругих деформаций.
4. Какие деформации называются пластическими?
5. Какие деформации называются хрупкими?
6. Как записывается закон Гука для деформаций растяжения?
7. Дать определение механическому напряжению.
8. Дать определение модулю Юнга. Как связаны модуль Юнга и коэффициент деформации?
9. Дать определение пределу прочности, пределу упругости и запасу прочности.

Лабораторная работа № 4.

Определение плотности твёрдого тела и жидкости

Цель работы: Определить по плотности материал исследуемых тел и жидкости.

Оборудование: весы, разновес, линейка, сосуд мерный, стакан стеклянный, твёрдое тело правильной формы, раствор жидкости.

Теоретические сведения

Одной из важнейших характеристик тел является их масса. Различают инертную массу тел, которая служит мерой инертности тел и гравитационную массу, которая характеризует интенсивность притяжения объектов друг к другу по закону всемирного тяготения. Для определения массы тел их взвешивают.

Различные тела могут иметь одинаковые массы, при этом геометрические размеры их могут сильно отличаться. Поэтому величиной, характеризующей материал, из которого изготовлено данное тело является плотность $\rho = \frac{m}{V}$.

Плотности некоторых веществ приведены в таблице.

материал	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	материал	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	материал	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Береза	400	Железо	7870	Вода	1000
Ель	410-450	Сталь	8000	Молоко	1030
Сосна	460-570	Чугун	6600-7800	Медный купорос	1150
Дуб	700-800	Медь	8800-9000	Глицерин	1260

Ход работы

1. Для вычисления плотности вещества пользуются формулой: $\rho = \frac{m}{V}$

ρ – плотность вещества

m – масса тела

V – объём тела

2. Определить массу (m) твёрдого тела, путём взвешивания.
3. Измерить длину тела a .
4. Измерить ширину b .
5. Измерить высоту h .
6. Вычислить объём тела $V = abh$.
7. Вычислить плотность твёрдого тела в системе –СИ.
8. По таблице, зная плотность твёрдого тела определить какое это вещество.
9. Результаты опыта записать в таблицу 4.

Таблица 4

масса m (кг)	длина a (м)	ширина b (м)	высота h (м)	объём V (м ³)	ρ кг/ м ³	вещество

1. Для вычисления плотности жидкости пользуются формулой: $\rho = \frac{m}{V}$

2. Взвесить стеклянный сосуд m_c .
3. Определить мензуркой 50 см³ жидкости.
4. Вылить жидкость в сосуд и снова взвесить, определяя $m_{общ}$.
5. Вычислить массу жидкости $m_{ж} = m_{общ} - m_c$.
6. Вычислить плотность жидкости.
7. Результаты записать в таблицу 5.

Таблица 5

Масса сосуда m_c (кг)	Масса сосуда $m_{общ}$ (кг)	Масса жидкости $m_{ж}$ (кг)	Объём жидкости V (м ³)	Плотность ρ (кг/ м ³)	жидкость

8. Сделать вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Что называется, плотностью вещества?
2. Объяснить, исходя из МКТ, отличие твёрдых тел от жидкостей?
3. Как обозначается плотность и в каких единицах она измеряется?
4. Определите по таблице плотность стали и керосина. Что обозначают эти величины?
5. Как объяснить на основании положений МКТ, что плотность стали больше плотности керосина?

6. Назовите несколько способов определения объёма тела.
7. Как читается уравнение Менделеева – Клапейрона?
8. Как используя это уравнение, найти плотность газа?
9. Как вычислить плотность воздуха в классной комнате?
10. Изменится ли плотность воздуха, если температура в классе повысится?

Лабораторная работа № 5.

Проверка закона Бойля – Мариотта

Цель работы: проверить зависимость давления газа, т.е. проверить формулу $P_1V_1 = P_2V_2$.

Оборудование: Цилиндр стеклянный, капилляры стеклянные, линейка измерительная, вода.

Теоретические сведения

Уравнение состояния идеального газа объединяет параметры состояния этого газа – P , V , T .

Уравнение состояния позволяет определить:

- Одну из макроскопических величин (P , V , T), зная две другие;
- Ход процессов в системе;
- Изменение состояния системы при выполнении ею работы или получении теплоты от окружающих тел.

С помощью уравнения состояния идеального газа можно исследовать процессы, в которых масса газа и один из трех параметров остаются неизменными.

Количественная зависимость между двумя параметрами газа при фиксированном значении третьего параметра называют газовым законом. Процессы, происходящие при неизменном значении одного из параметров идеального газа постоянной массы, называют изопрцессами.

- Изотермический процесс – Закон Бойля – Мариотта

$T = \text{const} \rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$. т.к. S – площадь капилляра постоянна, то $L_1S = V_1$ – объём 1-го состояния газа, $L_2S = V_2$ – объём 2-го состояния газа, а следовательно закон Бойля – Мариотта примет вид;

$$P_1SL_1 = P_2SL_2 \rightarrow P_1L_1 = P_2L_2.$$

- Изобарный процесс – Закон Гей – Люссака

$P = \text{const} \rightarrow$ уравнение состояния идеального газа примет вид $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.

- Изохорный процесс – Закон Шарля

$V = \text{const} \rightarrow$ уравнение состояния идеального газа примет вид $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$.

Ход работы

1. Налейте в цилиндр воду до высоты 2 – 3 см от верхнего края
2. Измерьте длину одного капилляра L_1 (мм)
3. Запишите в таблицу параметры первого состояния газа L_1 (мм), P_1 (мм ртст).
4. Опустите капилляр запаянным концом вверх в цилиндр с водой и измерьте высоту h_1 (мм) водяного столба в капилляре
5. Вычислите добавочное давление ΔP (мм рт ст). Оно создается столбом воды $L_2 = L_1 - h_1$ (мм) $\Delta P = \frac{L_2}{13,6}$ тогда $P_2 = P_1 + \Delta P$.
6. Запишите в таблицу параметры второго состояния газа P_2, L_2
7. Произвести вычисления по результатам опыта. Результаты занести в таблицу 6.

Таблица 6

№ п/п	L_1 (мм)	P_1 (мм рт.ст.)	L_2 (мм)	ΔP (мм рт.ст.)	P_2 (мм рт.ст.)	$P_1 L_1 = P_2 L_2$

8. Сделать вывод по работе

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте основные положения МКТ.
2. Какой газ называется идеальным?
3. Назовите параметры газа.
4. Что такое давление газа? Чем оно обусловлено?
5. Сформулируйте основное уравнение МКТ газа.
6. Что называется изопроцессом ?
7. Сформулируйте закон Бойля – Мариотта.
8. Сформулируйте закон Гей – Люссака.
9. Сформулируйте закон Шарля.
10. Начертите графики изопроцессов.

Лабораторная работа № 6.

Определение удельной теплоемкости твердого тела.

Цель работы: научиться составлять уравнение теплового баланса и определять удельную теплоемкость твердого тела.

Оборудование: весы, разновес, калориметр, термометр, сосуд с горячей водой, стакан с холодной водой, металлический цилиндр на нити.

Теоретические сведения

Теплообмен – это процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы. В процессе теплообмена тело может либо принимать, либо отдавать энергию, которая называется количеством теплоты.

Чтобы тело массой m нагреть от начальной температуры t_1 до конечной температуры t_2 необходимо затратить количество теплоты $Q = cm(t_2 - t_1)$, где c – удельная теплоемкость вещества. Удельная теплоемкость вещества – это количество теплоты, необходимое для нагревания единицы массы на 1°C .

При теплообмене в замкнутой системе сумма количеств теплоты, отданная всеми телами, равная сумме количеств теплоты полученная всеми телами.

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отд}} - \text{уравнение теплового баланса.}$$

Ход работы.

1. С помощью весов определите массу металлического цилиндра m_T и массу внутреннего сосуда калориметра m_K .
2. Налейте в калориметр 150 см^3 воды комнатной температуры. Определите массу воды m_B . Измерьте температуру воды t_B (она же будет и температурой калориметра t_K)
3. Нагрейте цилиндр в горячей воде. Измерьте её температуру (эта температура и будет начальной температурой цилиндра t_T). Затем опустите его в калориметр с водой.
4. Измерьте температуру воды $t_{\text{общ}}$ в калориметре после опускания цилиндра.
5. Все данные измерений запишите в таблицу 7.

Таблица 7

масса (кг)			температура ($^\circ\text{C}$)				удельная теплоёмкость вещества C_T (Дж/кг К)	табличное значение удельной теплоёмкости металла Стабл (Дж/кг К)
калориметра m_K	цилиндра m_T	воды m_B	воды t_B	калориметра t_K	цилиндра t_T	общая $t_{\text{общ}}$		

6. На основании закона сохранения энергии составьте уравнение теплового баланса.
7. Найдите из уравнения теплового баланса C_T - удельную теплоёмкость вещества, из которого изготовлен металлический цилиндр.

8. Сравните полученный результат удельной теплоёмкости вещества с таблицей удельных теплоёмкостей веществ и определите металл, из которого изготовлен металлический цилиндр.

Контрольные вопросы:

1. Дать характеристику твёрдому состоянию вещества.
2. Записать уравнение теплового баланса.
3. Как определяется количество теплоты, которое тело получает при нагревании?
4. В каких единицах измеряется количество теплоты?
5. Что называют удельной теплоёмкостью вещества? Как она обозначается?
6. Удельная теплоёмкость вещества $460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Что это обозначает?
7. Почему полученный результат удельной теплоёмкости вещества отличается от табличного?
8. Как изменяется внутренняя энергия тела в процессе его нагревания?
9. Как изменяется внутренняя энергия тела в процессе его охлаждения?
10. Какое отношение имеет уравнение теплового баланса к закону сохранения энергии?

Лабораторная работа № 7.

Определение удельной теплоты плавления льда

Цель работы: научиться составлять уравнение теплового баланса и определять удельную теплоту плавления

Оборудование: калориметр, сосуд с тающим льдом, сосуд с водой, термометр, весы с равновесом, фильтровальная бумага.

Теоретические сведения

При теплообмене в замкнутой системе сумма количеств теплоты, отданная всеми телами, равная сумме количеств теплоты полученная всеми телами.

$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отд}}$ - уравнение теплового баланса.

Плавление – это процесс перехода вещества из твёрдого состояния в жидкое, сопровождающийся поглощением энергии.

Количество теплоты, необходимое для плавления единицы массы вещества при температуре плавления, называется **удельной теплотой плавления** λ

$$\lambda \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} : \lambda = \frac{Q}{m}$$

Удельную теплоту плавления льда можно определить калориметрическим способом. Для этого в калориметр с водой (массы их заранее определяют) погружают кусочек льда.

В процессе теплообмена калориметр и вода отдают энергию $Q_{\text{отд}}$ при этом их температура понижается от t до $t_{\text{общ}}$

$Q_{\text{отд}} = (c_k m_k + c_v m_v) (t - t_{\text{общ}})$, а лёд и образовавшаяся из него вода получают энергию $Q_{\text{пол}}$, про этом образованная из льда вода нагревается от t_0 до $t_{\text{общ}}$; $Q_{\text{пол}} = \lambda m_0 + c_v m_0 (t_{\text{общ}} - t_0)$. Это уравнение справедливо, если начальная температура льда $t_0 = t_{\text{пл}}$. На основании закона сохранения и превращения энергии $Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отд}}$ можно вычислить искомую величину.

Ход работы.

1. Определить массу внутреннего сосуда калориметра m_k (кг) путём взвешивания.
2. Во внутренний сосуд калориметра налить 100 см^3 воды, определить массу воды m_v (кг)
3. Поместить внутренний сосуд калориметра во внешний и измерить начальную температуру воды t_0 .
4. Взять небольшой кусочек льда, обсушить его фильтровальной бумагой и опустить в воду. Осторожно помешивая воду термометром, следить за изменением её температуры. Когда весь лёд расплавится отметить самую низкую установившуюся температуру $t_{\text{общ}}$.
5. Вновь взвесить внутренний сосуд калориметра с водой и определить массу льда m_0 (кг).
6. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 8.

Таблица 8

масса (кг)			начальная температура ($^{\circ}\text{C}$)		температура смеси $t_{\text{общ}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	удельная теплоёмкость $\frac{\text{Дж}}{\text{кг К}}$		удельная теплота плавления $\lambda \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	табличное значение $\lambda_{\text{табл}} \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
калориметра m_k	воды m_v	льда m_0	льда t_0	воды и калориметра		воды c_v	материала калориметра c_k		

7. Используя данные опыта составить уравнение теплового баланса и определить удельную теплоту плавления льда λ .
8. Сделайте вывод по работе.

Контрольные вопросы:

1. Записать уравнение теплового баланса.
2. Что называется, плавлением вещества?
3. Что называется, кристаллизацией вещества?
4. При какой температуре происходит процесс плавления?
5. Как определяется количество теплоты, необходимое для плавления вещества?
6. Что называется, удельной теплотой плавления? Как она обозначается?

7. Определить по таблице удельную теплоту плавления стали. Что это обозначает?
8. Почему полученный результат удельной теплоты плавления льда отличается от табличного?
9. Что происходит с веществом в процессе плавления?
10. Как изменяется внутренняя энергия тела в процессе его плавления?

Лабораторная работа № 8.

Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Цель работы: Научиться определять величину поверхностного натяжения жидкостей.

Оборудование: капельница, бюкс, весы, разновес, стакан с жидкостью

Теоретические сведения

Коэффициент поверхностного натяжения определяется отношением силы поверхностного натяжения к длине границы поверхностного слоя.

$$\zeta = \frac{F_{\text{натяжения}}}{l},$$

где ζ - коэффициент поверхностного натяжения,

$F_{\text{натяжения}}$ - сила поверхностного натяжения,

l - длина поверхности слоя .

В момент отрыва капли $F_{\text{натяжения}} = F_{\text{тяжести}}$, где

$$F_{\text{тяжести}} = m_0 g \quad (1)$$

$$F_{\text{натяжения}} = \zeta l \quad (2)$$

Приравниваем правые части уравнений (1) и (2)

$\zeta l = m_0 g$, l – длина окружности капельницы

$l = 2\pi r = \pi d$, где d – диаметр окружности капельницы, т.е. $\zeta \pi d =$

$m_0 g \Rightarrow \zeta = \frac{m_0 g}{\pi d}$, где m_0 – масса одной капли,

g – ускорение свободного падения,

d – диаметр окружности капельницы.

Ход работы.

1. Определить массу бюкса методом взвешивания (m_6)
2. Набрать в капельницу воды
3. Держа капельницу вертикально, накапать в бюкс 50 капель воды
4. Взвесить бюкс с водой (М) и определить массу воды; $m_в = M - m_6$
5. Определить массу одной капли воды $m = \frac{m_в}{50}$ (кг)
6. Принять диаметр d равным 2,6 мм
7. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения $\zeta = \frac{m_0 g}{\pi d}$
8. Результаты внести в таблицу 9.

Таблица 9.

масса бюкса m_6 (кг)	масса бюкса с водой M (кг)	масса воды $m_в$ (кг)	масса одной капли m (кг)	диаметр d (м)	коэффициент поверхностного натяжения $\zeta = \frac{H}{M}$	табличное значение коэффициента поверхностного натяжения $\zeta_{\text{табл}} = \frac{H}{M}$

9. Сделать вывод по работе

Контрольные вопросы:

1. Объяснить, исходя из МКТ, возникновение поверхностного натяжения жидкости.
2. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения жидкости?
3. Какое явление называется смачиванием?
4. Объяснить явление смачивания из МКТ.
5. Какое явление называется не смачиванием?
6. Объяснить явление не смачивания из МКТ.
7. Что называется, капилляром?
8. Как найти высоту подъема или опускания жидкости в капиллярах?
9. Почему уровень однородной жидкости в различных капиллярах разный?
10. Почему одни жидкости в капиллярах поднимаются, а другие опускаются?

Лабораторная работа № 9.

Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Цель работы: найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника, обосновать метод исследования.

Оборудование: источник электрической энергии, магазин сопротивлений, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Теоретические сведения

Для получения электрического тока в проводнике необходимо создать и поддерживать на его концах разность потенциалов (напряжение).

Для этого используют источник тока. Разность потенциалов на его полюсах образуется вследствие разделения зарядов. Работу по разделению зарядов выполняют сторонние (не электрического происхождения) силы.

При разомкнутой цепи энергия, затраченная в процессе работы сторонних сил, превращается в энергию источника тока. При замыкании электриче-

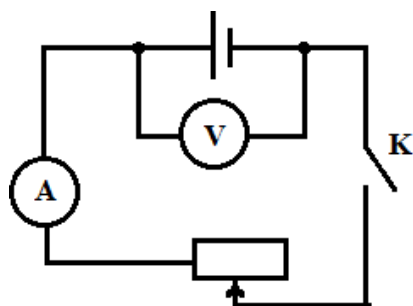
ской цепи запасенная в источнике тока энергия расходуется на работу по перемещению зарядов во внешней и внутренней частях цепи с сопротивлениями соответственно R и r .

Величина, численно равная работе, которую совершают сторонние силы при перемещении единичного заряда внутри источника тока, называется электродвижущей силой источника тока $\mathcal{E} = IR + Ir$; в СИ выражается в вольтах (В).

Электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника тока можно определить экспериментально.

Ход работы.

1. Определить цену деления шкалы измерительных приборов.
2. Подключить вольтметр к источнику тока и измерить его ЭДС ($\mathcal{E}_{\text{изм}}$)
3. Составить электрическую цепь по схеме:



4. Включить в цепь одно из сопротивлений магазина сопротивлений.
5. После проверки цепи преподавателем замкнуть ключ и снять показания вольтметра и амперметра.
6. Опыт повторить, изменяя сопротивление цепи при помощи магазина сопротивлений.
7. Результаты измерений подставить в уравнение $\mathcal{E} = U + Ir$ и, решая систему уравнения:
 $\mathcal{E}_1 = U_1 + I_1 r$; определить r , а затем
 $\mathcal{E}_2 = U_2 + I_2 r$
8. Вычислить среднее значение,
9. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 10

Таблица 10

№	$\mathcal{E}_{\text{изм}}$	I_1, A	U_1, B	I_2, A	U_2, B	r, Om	$\mathcal{E}_{\text{расч.ср}}$	R, Om

9. Определить сопротивление внешней цепи R_1 и R_2 , пользуясь результатами произведенных измерений.

Контрольные вопросы:

1. Что называется, электрическим током?
2. Каковы условия существования электрического тока?
3. Какой ток называется постоянным?
4. Что называется, ЭДС источника тока?
5. Начертить схему полной электрической цепи и дать ей характеристику.
6. Как читается закон Ома для полной цепи?
7. Как измерить ЭДС источника тока?
8. Как измерить падение напряжения в электрической цепи?
9. Что называется, коротким замыканием?
10. Какова роль плавких предохранителей в электрической цепи?

Лабораторная работа № 10.

Определение удельного сопротивления проводника

Цель работы: определить удельное сопротивление проводника, сравнить полученный результат с табличным и определить материал, из которого изготовлен проводник.

Оборудование: масштабная линейка, амперметр, вольтметр, источник электрической энергии, ключ, проволока, соединительные провода.

Теоретические сведения

Основной электрической характеристикой проводника является его сопротивление.

Сопротивление – это свойство проводника препятствовать прохождению по нему электрического тока.

Для металлического проводника сопротивление R прямо пропорционально его длине ℓ и обратно пропорционально площади поперечного сечения S : $R = \frac{\rho \ell}{S}$, где ρ (Ом м)- удельное сопротивление проводника, оно выражает зависимость сопротивления от материала, из которого изготовлен проводник. Удельное сопротивление показывает, каким сопротивлением обладает проводник длиной 1 м и площадью сечения 1 м²:

$$\rho = \frac{RS}{\ell}.$$

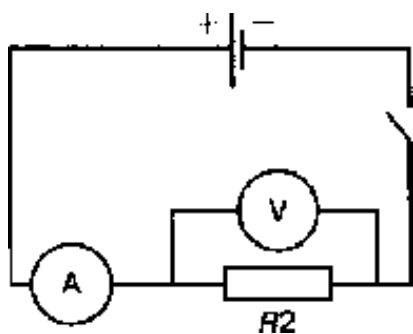
Для каждого проводника существует зависимость силы тока от напряжения на концах проводника которая выражается в законе Ома:

Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению на данном участке цепи.

$I = \frac{U}{R}$, где I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление.

Ход работы.

1. Составить цепь по схеме:



2. Измерить длину проволоки.
3. Определить диаметр проволоки и вычислить площадь поперечного сечения S ($S = \frac{\pi d^2}{4}$).
4. Замкнуть цепь и замерить силу тока и напряжение на зажимах проволоки.
5. Вычислить сопротивление и удельное сопротивление проволоки.
6. Данные занести в таблицу 11:

Таблица 11

№ опыта	Длина проволоки ℓ , м	Диаметр d , м	Площадь сечения S , м ²	Сила тока I , А	Напряжение U , В	Удельное сопротивление проводника ρ , Ом м	Среднее значение $\rho_{\text{сред.}}$, Ом м	Материал, из которого изготовлен проводник
1.								
2.								
3.								

7. Уменьшить или увеличить длину проволоки. Измерения и вычисления повторить.
8. Определить среднее значение удельного сопротивления проводника и материал, из которого он изготовлен
9. Сделать вывод по работе

Контрольные вопросы:

1. Закон Ома для участка цепи.
2. Чем объясняется наличие сопротивления в проводнике?
3. Какая величина называется падением напряжения на проводнике?
4. Единица измерения сопротивления проводника.
5. От каких величин зависит сопротивление проводника?
6. Что называется, удельным сопротивлением проводника?
7. Какие материалы используются для изготовления проводов? Почему?
8. Какие материалы используются для изготовления спиралей нагревательных приборов? Почему?

9. Почему при выполнении работы нельзя длительное время пропускать ток по исследуемому проводнику?
10. Каким прибором можно регулировать силу тока в цепи?

Лабораторная работа № 11

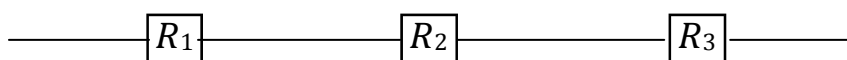
Исследование последовательного соединения проводников

Цель работы: приобретение навыков сборки простейших электрических схем, измерения приборами силы тока и напряжения; проверить справедливость законов последовательного соединения проводников.

Оборудование: источник тока, магазины сопротивлений, амперметры, вольтметры, ключ, соединительные провода.

Теоретические сведения

Последовательное соединение проводников – это такое соединение, при котором конец первого проводника соединен с началом второго проводника, а конец второго проводника соединен с началом третьего проводника и так далее.



Для последовательного соединения проводников справедливы следующие законы:

- $I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_{\text{общ}}$
- $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$
- $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

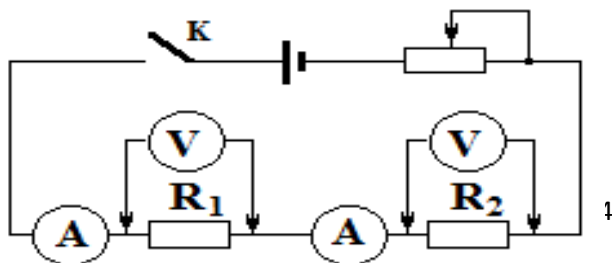
Для каждого проводника существует зависимость силы тока от напряжения на концах проводника, которая выражается в законе Ома:

Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению на данном участке цепи.

$I = \frac{U}{R}$, где I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление.

Ход работы.

- Собрать электрическую цепь по схеме, установив разные величины сопротивлений R_1 и R_2 проводников в магазине сопротивлений:



2. После проверки преподавателем цепь замкнуть и измерить напряжения на отдельных проводниках U_1 и U_2 . Для этого прикоснуться наконечниками проводов, идущих от вольтметра, к клеммам проводников.
3. Измерить напряжение на концах всей группы проводников $U_{\text{общ}}$. Проверить соотношение: $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$ и сделать вывод.
4. Сравнить показания амперметров и сделать вывод.
5. Вычислить сопротивления $R_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{I_{\text{общ}}}$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$.

Проверить справедливость формулы: $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$ и сделать вывод.

6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 12:

Таблица 12

№	Сопротивление, Ом			Напряжение, В			Сила тока, А		
	R_1	R_2	$R_{\text{общ}}$	U_1	U_2	$U_{\text{общ}}$	I_1	I_2	$I_{\text{общ}}$

7. Повторить измерения при других значениях R_1 и R_2 .
8. Сделать вывод о зависимости напряжения на проводнике от его сопротивления.

Контрольные вопросы:

1. Какое соединение проводников называется последовательным?
2. Запишите законы последовательного соединения проводников.
3. Почему последовательное соединение потребителей энергии редко используется?
4. Как включается в цепь амперметр? Почему?
5. На каком из сопротивлений R_1 и R_2 при прохождении тока больше падение напряжения и почему?
6. Изменятся ли показания амперметра, если в участок цепи, состоящий из двух последовательно соединённых проводников, добавить еще один?
7. Как изменятся показания вольтметров, подключенных к зажимам проводников, если в участок цепи, состоящий из двух последовательно соединённых проводников, добавить еще один?
8. Как изменится эквивалентное сопротивление цепи, если в участок цепи, состоящий из двух последовательно соединённых проводников, добавить еще один?
9. Учащийся при измерении силы тока при последовательном соединении проводников по ошибке включил вольтметр вместо амперметра. Что при этом произойдет?
- 10.4 проводника соединены последовательно. Начертить схему этого соединения. Определить эквивалентное сопротивление, если сопротивление каждого из проводников 2 Ом. Определить падение напряжения на каждом проводнике и во всей цепи, если сила тока во втором проводнике 1 А.

Лабораторная работа № 12.

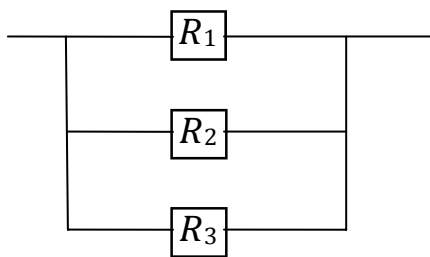
Исследование параллельного соединения проводников

Цель работы: приобретение навыков сборки простейших электрических схем, измерения приборами силы тока и напряжения; проверить справедливость законов параллельного соединения проводников.

Оборудование: источник тока, магазины сопротивлений, амперметры, вольтметры, ключ, соединительные провода.

Теоретические сведения

Параллельное соединение проводников – это такое соединение, при котором начало всех проводников соединены в один узел, а концы тех же проводников в другой узел.



Для параллельного соединения проводников справедливы следующие законы:

1. $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3 = \dots\dots\dots$
2. $U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = U_3 + \dots\dots\dots$
3. $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots\dots\dots$

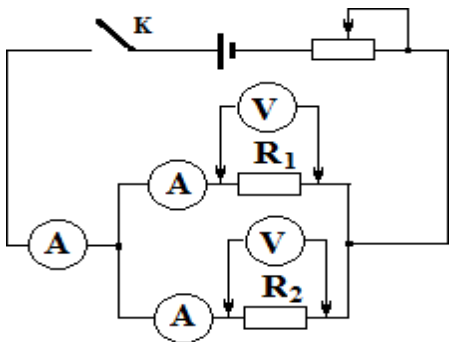
Для каждого проводника существует зависимость силы тока от напряжения на концах проводника которая выражается в законе Ома:

сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению на данном участке цепи.

$I = \frac{U}{R}$, где I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление.

Ход работы.

1. Составить электрическую цепь по схеме, установив разные величины сопротивлений R_1 и R_2 в магазине сопротивлений:



2. После проверки преподавателем цепь замкнуть.
3. Измерить общую силу тока $I_{\text{общ}}$ и силу тока в каждом проводнике. Проверить соотношение $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2$ и сделать вывод.
4. Измерить напряжение на R_1 и R_2 . Сравнить $U_{\text{общ}}$, U_1 и U_2 . Сделать вывод.
5. Вычислить сопротивления $R_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{I_{\text{общ}}}$; $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$.

Проверить справедливость формулы: $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ и сделать вывод.

6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 13:

Таблица 13

№	Сопротивление, Ом			Напряжение, В			Сила тока, А		
	R_1	R_2	$R_{\text{общ}}$	U_1	U_2	$U_{\text{общ}}$	I_1	I_2	$I_{\text{общ}}$

7. Повторить измерения при других значениях R_1 и R_2 .
8. Сделать вывод о зависимости силы тока в проводнике от его сопротивления.

Контрольные вопросы:

1. Какое соединение проводников называется параллельным?
2. Запишите законы параллельного соединения проводников.
3. В чем преимущества параллельного соединения проводников?
4. Как включается в цепь вольтметр? Почему?
5. В участок цепи, состоящий из двух параллельно соединённых проводников, добавить еще один. Что произойдет с эквивалентным сопротивлением цепи?
6. В участок цепи, состоящий из двух параллельно соединённых проводников, добавить еще один. Что произойдет с показаниями амперметров?
7. В участок цепи, состоящий из двух параллельно соединённых проводников, добавить еще один. Что произойдет с показаниями вольтметра?
8. Сравнить показания амперметров. В какой из ветвей ток больше и почему?
9. Учащийся при измерении напряжения на участке цепи по ошибке включил амперметр вместо вольтметра. Что при этом произойдет?
10. Какое соединение проводников называется смешанным? Как рассчитать эквивалентное сопротивление смешанного соединения?

Лабораторная работа № 13.

Определение коэффициента полезного действия нагревателя

Цель работы: Определение КПД электрической плитки.

Оборудование: внутренний сосуд калориметра, весы с разновесом, термометр, часы с секундной стрелкой, электроплитка, сосуд с водой.

Теоретические сведения

При работе нагревателя (электроплитки) часть выделяемой им энергии расходуется на нагревание окружающей среды и нагревателя. Поэтому энергия, используемая в полезных целях, всегда меньше энергии, выделяемой нагревателем. Число, показывающее какую часть от всей затраченной энергии составляет полезная энергия, называется коэффициентом полезного действия нагревателя η : $\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{затр}}}$, где

$Q_{\text{пол}}$ – энергия, поглощенная телом, которому она передается от нагревателя;
 $Q_{\text{затр}}$ – энергия, выделенная нагревателем во время его работы.

При проведении опыта $Q_{\text{пол}}$ – количество теплоты, израсходованное на нагревание воды и сосуда, в котором находится вода; его определяют по формуле: $Q_{\text{пол}} = (C_{\text{в}}m_{\text{в}} + C_{\text{с}}m_{\text{с}})(t_{\text{общ}} - t_{\text{в}})$,

где $t_{\text{в}}$ – начальная температура воды и сосуда,

$t_{\text{общ}}$ – конечная температура воды и сосуда.

$Q_{\text{затр}}$ – израсходованная электрическая энергия; $Q_{\text{затр}} = A = Pt$,

где P – мощность нагревателя, t – время нагревания.

Ход работы.

1. Определить массу внутреннего сосуда калориметра – $m_{\text{с}}$ (кг), налить в него 150 – 200 г воды. Определить общую массу воды и внутреннего сосуда калориметра. Определить массу воды – $m_{\text{в}}$ (кг). Измерить начальную температуру воды – $t_{\text{в}}$.
2. Включить электроплитку, поставить на нее калориметр, заметить время – t (с).
3. Определить по паспорту плитки ее мощность – P (Вт)
4. Через 5 – 10 минут термометром перемешать воду в калориметре и измерить конечную температуру воды – $t_{\text{общ}}$
5. Используя результаты измерений, на основании закона сохранения и превращение энергии для тепловых процессов, составить уравнение теплового баланса и из него найти коэффициент полезного действия нагревателя – η (%).
6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 14.

Таблица 14

Масса, кг		Удельная плотность, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$		Начальная температура воды, $t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	Конечная температура, $t_{\text{общ}}, ^\circ\text{C}$	Мощность нагревателя, Р Вт	Время, t с	Коэффициент полезного действия, η %
внутреннего сосуда, $m_{\text{с}}$	воды, $m_{\text{в}}$	материала сосуда, $C_{\text{с}}$	воды, $C_{\text{в}}$					

7. Сделать вывод по работе

Контрольные вопросы:

1. Как вычисляется работа постоянного тока? В каких единицах она измеряется?
2. Что называется, мощностью постоянного тока? В каких единицах она измеряется?
3. Что называется, КПД нагревателя?
4. Может ли КПД нагревателя быть равным 100%? Почему?
5. В какой вид энергии превращается электрическая энергия при нагревании тела?
6. Как читается закон Джоуля – Ленца?
7. От каких величин зависит количество теплоты, выделяемой на проводнике?
8. Приведите примеры использования теплового действия электрического тока.
9. Две проволоки – никелиновая и алюминиевая – одинакового сечения и длины включили последовательно в одну и ту же цепь. Какая из них нагреется больше?
10. Как объяснить, что при прохождении тока через провода и нить лампы, нить накаляется добела, в то время как провода почти не нагреваются, между тем ток одинаковый?

Лабораторная работа № 14.

Изучение устройства и работы трансформатора.

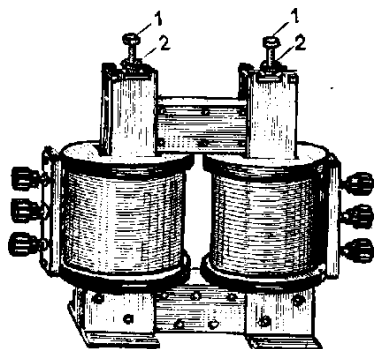
Цель работы: Изучить работу трансформатора под нагрузкой и на холостом ходу.

Оборудование: трансформатор школьный разборный с двумя одинаковыми катушками на 127 – 220 В; выпрямитель ВС4 – 12, имеющий выход регулируемого переменного напряжения 8 – 20 В; авометр школьный; реостат пол-

зунковый на 0,4 А, 1000 Ом; ключ лабораторный; провода соединительные с наконечниками.

Теоретические сведения

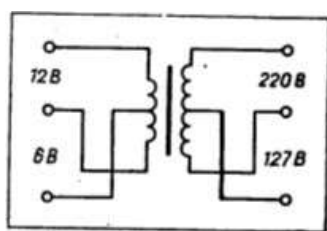
Коэффициент трансформации рассчитывают по формуле $k = \frac{U_1}{U_2}$, где U_1 и U_2 – действующие значения напряжений в первичной и вторичной обмотках трансформатора. Напряжения измеряют с помощью авометра при разомкнутой вторичной обмотке (холостой ход).



Во время работы трансформатора под нагрузкой часть энергии расходуется на нагревание обмоток (потери в меди) и сердечника (потери в стали). Коэффициент полезного действия трансформатора $\eta = \frac{P_2}{P_1}$, где P_1 – мощность, потребляемая первичной обмоткой из сети, а P_2 – мощность, выделяемая во вторичной обмотке.

Ход работы.

- 1) Ознакомьтесь с устройством трансформатора, разберитесь в соединении секций обмоток по схеме.



- 2) Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 15

№ опыта	Первичная цепь			Вторичная цепь			
	U_1 , В	I_1 , А	P_1 , Вт	U_2 , В	I_2 , А	P_2 , Вт	η , %
1.							
2.							
3.							
4.							

- 3) Отвинтите барашек и разберите трансформатор. К катушке на 127 В присоедините источник переменного напряжения в 8 В и авометр, переключив его предварительно на измерение переменного тока до 500 мА. Измерьте ток в цепи. После этого измерьте ток в той же катушке при введении в нее сначала половины сердечника, а затем при полном замыкании сердечника. Сравните результаты и объясните изменение тока.
- 4) Соберите трансформатор с двумя одинаковыми катушками на 127 – 220 В. Секцию на 127 В одной из катушек присоедините через ключ к зажимам переменного напряжения 20 В. Переключите авометр на измерение переменного напряжения до 50 В и измерьте напряжение U_1 и U_2 на зажимах первой и второй катушек.
- 5) Вычислите коэффициент трансформации.
- 6) Разомкните цепь и подключите к зажимам 220 В вторичной катушки реостат так, чтобы он был полностью введен.
- 7) Измерьте напряжение, а затем токи в первичной и вторичной обмотках. (Для измерения напряжения воспользуйтесь шкалой переменного напряжения авометра до 50 В, а тока – шкалой переменного тока до 500 мА.)
- 8) Вычислите потребляемую мощность P_1 , полезную мощность P_2 и коэффициент полезного действия η .
- 9) Опыт повторите еще три раза, меняя с помощью реостата сопротивление нагрузки так, чтобы напряжение на вторичной обмотке каждый раз менялось примерно на 5 В. В каждом опыте измерьте токи и напряжение в первичной и вторичной обмотках и вычислите коэффициент полезного действия.
Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу и по полученным данным постройте график зависимости КПД трансформатора от полезной мощности. При этом по горизонтальной оси отложите мощность в масштабе 1 см – 0,1 Вт, а по вертикальной – КПД в масштабе 1 см – 10%.
- 10) Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Что такое трансформатор, для чего он используется?
2. Принцип работы трансформатора.
3. Что называют коэффициент трансформации?
4. Почему сердечники трансформаторов собирают из пластин электротехнической стали?
5. Почему напряжение измеряют при определении коэффициента трансформации при разомкнутой вторичной цепи?

6. Почему КПД применяемого в работе трансформатора значительно ниже, чем у промышленных большой мощности?

Лабораторная работа №15

Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Цель работы: Определение ускорения свободного падения с помощью маятника.

Оборудование: грузы по 100 г, штатив, сантиметровая линейка, нерастяжимая нить.

Теоретические сведения

Тело небольших размеров, подвешенное на нерастяжимой нити, называется математическим маятником.

Основной характеристикой колебаний является период.

Период -это время одного полного колебания.

$$T = \frac{t}{n},$$

где T, c – период; t, c – время; n – число колебаний.

Период математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где l, m – длина нити; $g, \frac{m}{c^2}$ – ускорение свободного падения.

Ход работы.

1. Проверка зависимость периода колебаний от амплитуды:
 - 1) Закрепить математический маятник, установив его длину более 1 м и подвесив груз 100г.
 - 2) Отклонить маятник от равновесия на 5 см ($X_m = 5$ см). Отпустить маятник и определить время 50 полных колебаний.
 - 3) Вычислить период колебания: $T = \frac{t}{n}$.
 - 4) Отклонить маятник от равновесия на 10 см ($X_m = 10$ см). Отпустить маятник и определить время 50 полных колебаний.
 - 5) Вычислить период колебания: $T = \frac{t}{n}$.
 - 6) Результаты записать в таблицу 16.

Таблица 16

№	Амплитуда, X_m , см	n	t, c	T, c
1	5	50		
2	10	50		

- 7) Сделать вывод.
2. Проверить зависимость периода от массы маятника.
 - 1) Вычислить период маятника при массе груза от 100 г, сделав 50 полных колебаний.

- 2) Вычислить период маятника при массе груза от 200 г, сделав 50 полных колебаний.
- 3) Результаты записать в таблицу 17.

Таб.17

№	Масса, г	n	t, с	T, с
1	100	50		
2	200	50		

- 4) Сделать вывод.

3. Проверить зависимость периода колебаний от длины маятника.

- 1) Определить период колебаний маятника, сделав 50 полных колебаний поочередно для длины маятника 100, 50, 25 см.
- 2) Результаты записать в таблицу 18.

Таб.18

№	Длина маятника, P, м	n	t, с	T, с	$g, \frac{m}{c^2}$ $g = \frac{4\pi^2 P}{T^2}$	$g_{cp}, \frac{m}{c^2}$
1	0,25	50				
2	0,5	50				
3	1	50				

- 3) Определить ускорение свободного падения для разных длин маятников.
- 4) Определить среднее значение ускорения свободного падения

$$g_{cp} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3}$$

- 5) Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Какое движение называется колебательным?
2. Какие колебания называются гармоническими?
3. Дайте определение параметров колебательного движения (амплитуда, период, частота фаза).
4. Какой маятник называется математическим?
5. От чего зависит период колебания математического маятника?
6. Что называется, колебательным контуром?
7. Что называется, электромагнитными колебаниями?
8. От чего зависит период колебания в колебательном контуре? Формула.
9. Какие колебания называются затухающими?
10. Какие колебания называются незатухающими?
11. Какие колебания называются собственными?
12. Какие колебания называются вынужденными?

Лабораторная работа №16

Построение изображения в плоском зеркале.

Цель работы: установить соотношение расстояний от предмета до зеркала и от зеркала до изображения предмета.

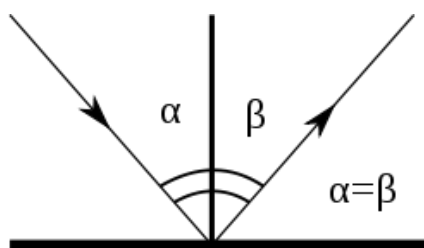
Оборудование: линейка измерительная, плоское зеркало, булавки с крупной головкой – 4 шт.

Теоретические сведения

Законы отражения света.

Первый закон отражения: лучи, падающий и отражённый, лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности, восстановленным в точке падения луча.

Второй закон отражения: угол падения равен углу отражения α — угол падения, β — угол отражения.



Ход работы.

1. Положите в центр листа поставьте держатель с прикрепленным зеркалом. Обведите на бумаге контур зеркала.
2. Перед зеркалом в 3-4 см от него воткните булавку **A** так, чтобы в зеркале было удобно наблюдать ее изображение.
3. Наблюдая изображение булавки, воткните вблизи зеркала еще булавку **B** так, чтобы она закрыла собой изображение первой. Не меняя направления взгляда на зеркало воткните третью булавку **C**. Последняя булавка должна закрыть от наблюдателя вторую и изображение первой. При этом две последние булавки и изображение первой окажутся на одной линии.
4. Извлеките вторую и третью булавки. На бумаге отметьте места, где они были воткнуты.
5. Повторите опыт и получите вторую пару точек **D** и **E**
6. Отметьте на бумаге положения булавок во второй части опыта.
7. Разберите установку.
8. На листе соедините линиями положения второй и третьей булавок.
9. Продолжите линии за контур зеркала до их пересечения. Точка пересечения линий укажет положение изображения первой булавки.

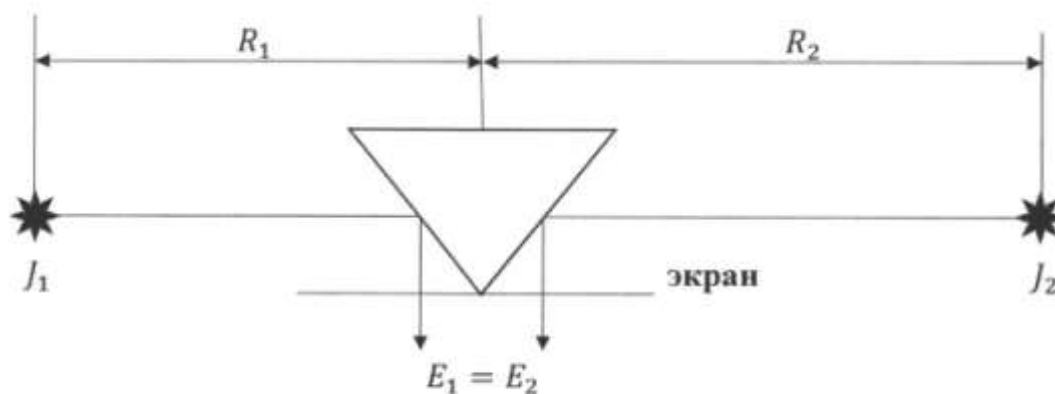
а, следовательно, тем меньше ее освещенность. Освещенность зависит также от силы света источника:

$$E = \frac{J}{R^2},$$

где J , кд – сила света; R , м – расстояние до освещаемой поверхности.

Прибор, с помощью которого можно сравнить силу света, называется фотометром. Пусть S_1 и S_2 – источники, сила света которых равна J_1 и J_2 . Установим между ними экран так, чтобы освещенности какой-нибудь небольшой поверхности экрана справа и слева были равны:

$$E_1 = E_2$$



$$E_1 = \frac{J_1}{R_1^2}; \quad E_2 = \frac{J_2}{R_2^2}; \quad \frac{J_1}{R_1^2} = \frac{J_2}{R_2^2} \quad \Rightarrow \quad J_2 = \frac{J_1 \cdot R_2^2}{R_1^2}$$

Если вместо одного источника света поместить эталонную лампу и установив равенство освещенности экрана, измерить расстояние, то можно определить силу света второго источника.

Ход работы.

1. Фотометр установите так, чтобы источники света находились по разные стороны от него.
2. Перемещать фотометр так, чтобы освещенность обеих сторон фотометра стала одинакова.
3. Измерить расстояния от середины фотометра до источников света.
4. Определить силу света другого источника, используя формулы.
5. Прodelать опыт 3 раза и найти среднее значение силы света неизвестного источника.
6. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 19.

Таблица 19

№	Расстояние от первого источника света до фотометра, $R_{1,м}$	Расстояние от второго источника света до фотометра, $R_{2,м}$	Сила света первого источника света, $J_{1,м}$	Сила света второго источника света, $J_{2,м}$	Среднее значение силы света второго источника света, $J_{2,м}$
1					
2					
3					

Контрольные вопросы:

1. Какова природа света?
2. Какие параметры характеризуют волну? Какая связь между ними?
3. Назовите естественные и искусственные источники света. На какие виды делятся источники света?
4. Что такое световой поток? Как обозначается и в чем измеряется?
5. Что такое сила света? Как обозначается и в чем измеряется?
6. Что такое освещенность и яркость источника света? Как обозначаются и в чем измеряются?
7. Сформулируйте законы освещенности.
8. Сформулируйте закон фотометра.

Лабораторная работа №18**Определение показателя преломления стекла.**

Цель работы: определить показатель преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластинки.

Оборудование: плоскопараллельная пластинка, иголки, линейка, транспортир.

Теоретические сведения

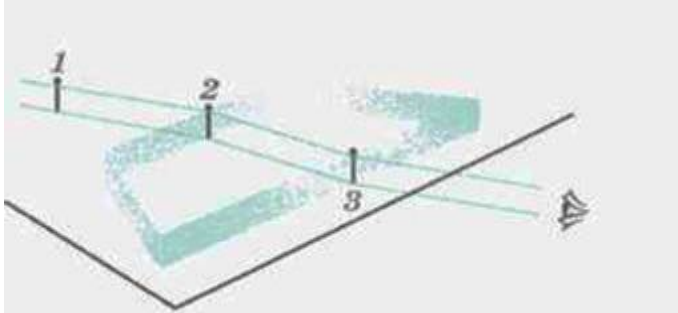
Свет при переходе из одной среды в другую меняет свое направление, т.е. преломляется. Преломление объясняется изменением скорости распространения света при переходе из одной среды в другую и подчиняется следующим законам:

1. Падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр проведенный в точку падения лежат в одной плоскости.
2. Отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β величина постоянная для данных двух сред и называется показателем преломления второй среды относительно первой.

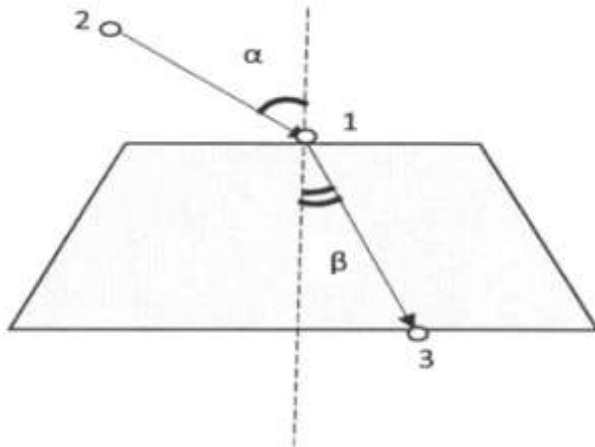
$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Ход работы.

1. На лист бумаги положить стеклянную пластину и обвести ее контуры.
2. За стеклянной пластиной укрепить две иголки: одну по центру вплотную к грани, а вторую - на некотором расстоянии, но, чтобы иголки не находились на перпендикуляре к граням пластины.
3. Третью иголку укрепить перед пластинкой вплотную к грани так, чтобы, смотря сквозь стекло видеть все три иголки, расположенные на одной прямой.



4. Пластину и иголки снять. Места иголок отметить точками 1,2,3. Начертите падающий луч 1—2, преломленный луч 1—3, а также перпендикуляр к границе пластинки.



5. Отметить угол падения α и угол преломления β , транспортиром измерить углы и занести значения в таблицу 20.

Таблица 20

№	Угол падения α	угол преломления β	Коэффициент преломления n	Среднее значение коэффициента преломления n
1				
2				
3				

6. Опыт повторить 3 раза, меняя каждый раз угол α .
7. Вычислить коэффициенты преломления, найти его среднее значение.

Контрольные вопросы:

1. Что называется, углом падения?
2. Что называется, углом преломления?
3. Сформулируйте законы преломления
4. Какими величинами характеризуется световая волна? Как они изменяются при переходе из одной среды в другую?
5. В чем сущность явления преломления света и какая причина этого явления?
6. Что называется, показателем преломления и в чем его физический смысл?
7. В каких случаях свет на границе двух сред не преломляется?

Лабораторная работа №19

Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы.

Цель работы: Определение оптической силы и фокусного расстояния данной линзы.

Оборудование: линейка, два прямоугольных треугольника, длиннофокусная собирающая линза, лампочка на подставке с колпачком, источник тока, выпрямитель, соединительные провода, экран, направляющая рейка.

Теоретические сведения

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

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

В качестве предмета используется светящаяся рассеянная светом буква в колпачке осветителя. Действительное изображение этой буквы получают на экране.

Ход работы.

1. Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.
2. Поставить лампочку на край стола, а экран – у другого края. Между ними поместите линзу, включить лампочку и передвигать линзу вдоль рейки, пока на экране не будет получено резкое изображение светящейся буквы.
3. Измерить расстояние d и f , обратив внимание на необходимость тщательного отсчета расстояний.

При неизменном d повторить опыт несколько раз, каждый раз заново получая резкое изображение. Вычислите $f_{\text{ср}}$, $D_{\text{ср}}$, $F_{\text{ср}}$. Результаты измерений расстояний занести в таблицу 21.

Таблица 21

№ опыта	$f \cdot 10^{-3}$ м	$f_{\text{ср}} \cdot 10^{-3}$ м	$d \cdot 10^{-3}$ м	$D_{\text{ср}}$, дптр	$F_{\text{ср}}$, м
1					
2					
3					

Контрольные вопросы:

1. Что такое линза? Виды линз.
2. Что называется главным фокусом? Что называется побочным фокусом?
3. Правила построения изображения в линзах.
4. Построить изображение в двояковыпуклой линзе, если предмет находится в фокусе.
5. Построить изображение предмета, находящегося между фокусом и линзой в двояковыпуклой линзе.

Лабораторная работа №20

Определение длины волны с помощью дифракционной решетки.

Цель работы: определение с помощью дифракционной решетки длины световых волн в различных частях видимого спектра.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны; дифракционная решетка (период 0,01 мм); лампа накаливания (или другой источник света).

Теоретические сведения

Дифракцией волн называется огибание волнами препятствий. Дифракция света находит практическое применение в дифракционных решетках.

Дифракционная решетка – это система из N параллельных щелей, нанесенных на пластинку.

Основные характеристики дифракционной решетки:

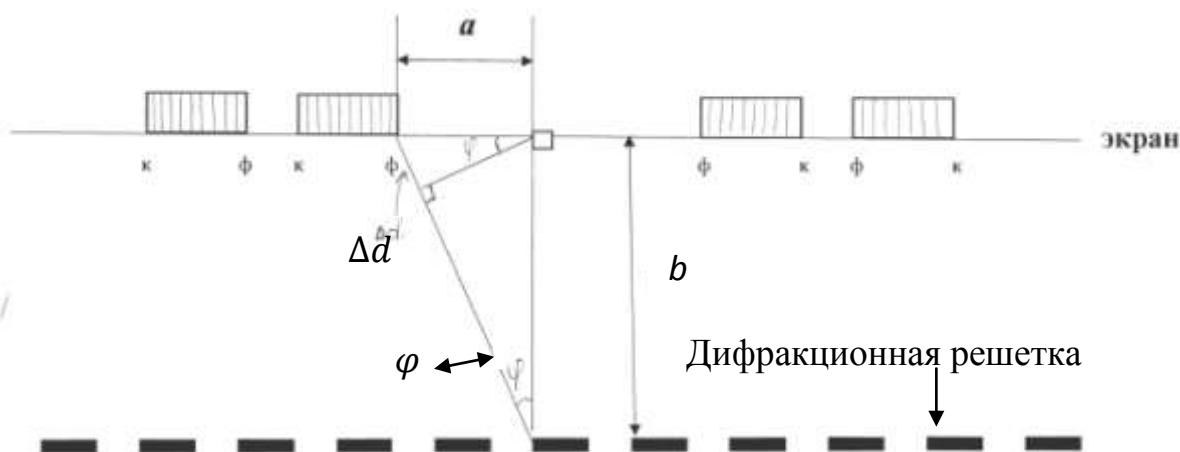
N – число параллельных щелей

n – число параллельных щелей на единице длины.

d – постоянная решетки (период) – это расстояние от начала одной щели до начала другой щели.

Так как решетка освещается одним фронтом волны, то ее N прозрачных щелей можно рассматривать как N когерентных источников света. Применим к ним теорию интерференции:

$\Delta d = k\lambda$, где Δd – разность хода волн, k – порядок максимума, λ – длина световой волны.



$\Delta d = d \sin \varphi$, где φ – угол, под которым видна спектральная линия, т.к. φ – очень мал, то $\sin \varphi \cong \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}$. Отсюда рабочая формула:

$$k\lambda = d \frac{a}{b}$$

k – порядок спектра,

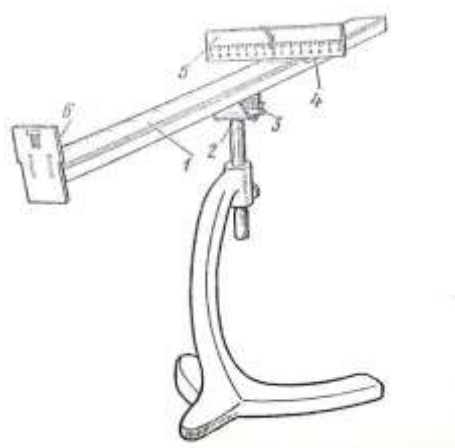
d – постоянная решетки,

a – расстояние от нулевого максимума до середины

b – расстояние от экрана до дифференциальной решетки

Ход работы.

1. Соберите установку для определения длины волны.



2. Установите на демонстрационном столе лампу и включите ее.
3. Смотря через дифракционную решетку, направьте прибор на лампу так, чтобы через окно экрана прибора была видна нить лампы.

4. Экран прибора установить на возможно большем расстоянии от дифракционной решетки и получить на нем четкое изображение спектров 1 и 2 порядков.
5. Определить b – расстояние от экрана до дифференциальной решетки (мм).
6. Определить a – расстояние от нулевого максимума до середины фиолетовой полосы сначала справа, затем слева по экрану (мм). Для $k=1$ вычислить среднее значение:

$$a_{\text{ср.фиол.}} = \frac{a_{\text{ф.справа}} + a_{\text{ф.слева}}}{2}$$

7. Вычислить $\lambda_{\text{ф}1}$ для $k=1$ (max 1-го порядка)
8. Определить a – расстояние от нулевого максимума до середины красной полосы сначала справа, затем слева по экрану (мм). Для $k=1$ вычислить среднее значение:

$$a_{\text{ср.красн.}} = \frac{a_{\text{к.справа}} + a_{\text{к.слева}}}{2}$$

9. Вычислить $\lambda_{\text{к}1}$ для $k=1$ (max 1-го порядка)
10. Опыт повторить со спектром второго порядка $k=2$
11. Определить среднее значение $\lambda_{\text{ф.ср.}}$ - длину волны фиолетового света (нм)

$$\lambda_{\text{ф.ср.}} = \frac{\lambda_{\text{ф}1} + \lambda_{\text{ф}2}}{2}$$

12. Определить среднее значение $\lambda_{\text{к.ср.}}$ - длину волны фиолетового света (нм)

$$\lambda_{\text{к.ср.}} = \frac{\lambda_{\text{к}1} + \lambda_{\text{к}2}}{2}$$

13. Результаты опытов записать в таблицу 22 для фиолетового света и в таблицу 23 для красного света.

Таблица 22

№	k	d (мм)	b (мм)	$a_{\text{справа}}$ (мм)	$a_{\text{слева}}$ (мм)	$a_{\text{ср.}}$ (мм)	$\lambda_{\text{ф}}$ (нм)	$\lambda_{\text{ф.ср.}}$ (нм)
1								
2								

Таблица 23

№	k	d (мм)	b (мм)	$a_{\text{справа}}$ (мм)	$a_{\text{слева}}$ (мм)	$a_{\text{ср.}}$ (мм)	$\lambda_{\text{к}}$ (нм)	$\lambda_{\text{к.ср.}}$ (нм)
1								
2								

Контрольные вопросы:

1. Что называется, интерференцией света?
2. Какие волны называются когерентными?
3. Что называется, дифракцией света?
4. Что называется, дифракционной решеткой?
5. Что называется, периодом дифракционной решетки?
6. Применение дифракционной решетки.

Литература

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля для студ. учреждений СПО / В.Ф.Дмитриева. – 9-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2021. – 496 с. ISBN 978-5-0054-0048-2
2. Физика: учебник для обучающихся по специальностям среднего профессионального образования: [12+] / И. И. Молчанов, Н. А. Гуляева, Р. А. Водолаженко, Ж. В. Мекшенева; под ред. Ж. В. Мекшеневой. – Москва: Университет Синергия, 2022. – 249 с.: ил., табл., схем. – (Среднее профессиональное образование). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=706850> – ISBN 978-5-4257-0600-3. – DOI 10.37791/978-5-4257-0600-3-2024-1-248. – Текст: электронный.
3. Левиев, Г. И. Физика: научись решать задачи сам: учебное пособие: [12+] / Г. И. Левиев, М. Р. Трунин. – 2-е изд., пересмотр. – Москва: Высшая школа экономики, 2022. – 689 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=708121> – ISBN 978-5-7598-2775-7 (в пер.). – ISBN 978-5-7598-2843-3 (e-book). – DOI 10.17323/978-5-7598-2775-7. – Текст: электронный.
4. Романова, В. В. Физика: примеры решения задач: учебное пособие / В. В. Романова. – 2-е изд., испр. – Минск: РИПО, 2021. – 348 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697440> – Библиогр.: с. 340-341. – ISBN 978-985-7253-60-9. – Текст: электронный.
5. Кавтрев, А. Ф. Сборник вопросов и задач по физике: пособие для учащихся 9–11 классов: [12+] / А. Ф. Кавтрев, И. Б. Хаздан. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Галактика, 2018. – 327 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688194> – Библиогр.: с. 322. – ISBN 978-5-9500662-6-9. – Текст: электронный.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Ивановский государственный политехнический университет»

Ивановский политехнический колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к решению задач по физике с кратким теоретическим курсом

Иваново 2022

Составители:

преподаватель высшей квалификационной категории Зайцева Н.П.

преподаватель высшей квалификационной категории Рогозина Г.А.

Рецензент:

Димакова И.В. – преподаватель физики высшей квалификационной категории частного профессионального образовательного учреждения «Ивановский фармацевтический колледж»

Методические указания к решению задач по физике предназначено для обучающихся СПО.

Основное назначение методического указания – помочь обучающимся самостоятельно изучить приемы решения задач по физике, закрепить и углубить навыки, приобретенные при решении задач.

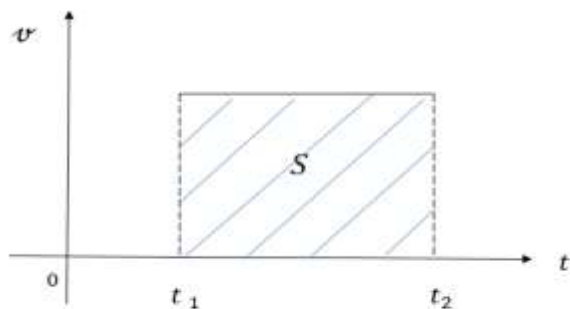
В пособии подробно разобраны типичные задачи, характерные для того или иного теоретического раздела, и приведены задачи для самостоятельной работы для самоконтроля. Одной из целей курса является воспитание культуры системного подхода, навыков логического мышления, привычки обдумывать результаты, строить правильные рабочие гипотезы и четко формулировать задачу.

Глава 1. Механика

Раздел 1. Кинематика.

- S – путь – длина траектории (линии) по которой движется тело
- \vec{S} – вектор перемещения, соединяет начальную и конечную точку пути и направлен от начальной точки к конечной
- Мгновенная скорость $v_{\text{мгн}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$
- Средняя скорость $v_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{общий}}}{t_{\text{общее}}}$
- Ускорение $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$
- Относительность движения $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$
 - \vec{v} – скорость тела относительно неподвижной системы отсчета
 - \vec{v}_1 – скорость тела относительно подвижной системы отсчета
 - \vec{v}_2 – скорость подвижной системы отсчета
- Равномерное прямолинейное движение
 - $\vec{v} = \text{const}$
 - $\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}$
 - уравнение координат $x = x_0 + v_x t$

График скорости равномерного прямолинейного движения



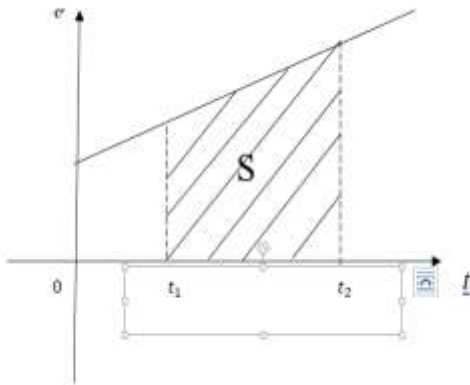
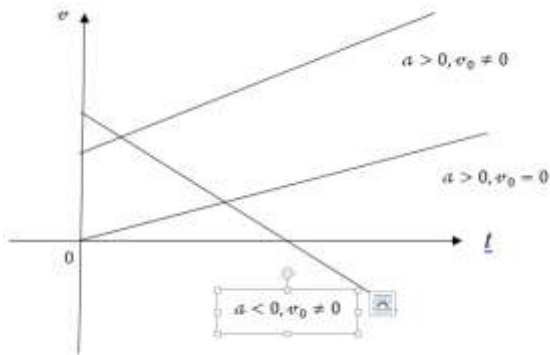
- Равнопеременное движение $\vec{a} = \text{const}$
 - $v \uparrow$; $a > 0$ – равноускоренное движение
 - $v \downarrow$; $a < 0$ – равнозамедленное движение
 - $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$; \vec{v} – конечная скорость, \vec{v}_0 – начальная скорость
 - путь равнопеременного движения $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ (1)
 - уравнение координат $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$
 - конечная скорость $v = v_0 + at$ (2)

При решении уравнений (1) и (2) как системы относительно t получаем дополнительное уравнение $v^2 = v_0^2 + 2aS$ (3)/

Частным случаем равнопеременного движения является свободное падение тел и движение тела, брошенного вертикально вверх, поэтому

$$H = v_0 t + \frac{gt^2}{2}; v = v_0 + gt; v^2 = v_0^2 + 2gH.$$

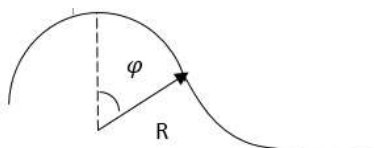
Графики равнопеременного движения



- Криволинейное движение

$$a_n = \frac{v^2}{R} - \text{центробежное (нормальное ускорение)}$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} - \text{угловая скорость, если } v = \text{const, то } \omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n.$$



φ – угол поворота производного радиуса

T – период вращения (время одного оборота)

n – частота вращения.

Связь между линейными и угловыми величинами

$$S = R \cdot \varphi; \quad \varphi = \omega \cdot R; \quad a_n = \omega^2 \cdot R.$$

Задачи на нахождение характеристик равнопеременного движения.

Любую задачу на равнопеременное движение можно решить если рассматривать уравнение (1) и (2) как систему уравнений. Если в задаче неизвестно время, удобно пользоваться уравнением (3).

Задача №1.

Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?

Дано:

$$S = 340 \text{ м}$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$$v = 19 \text{ м/с}$$

$$a - ? \quad v_0 - ?$$

Решение:

$$\begin{cases} S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow v_0 = v - at \Rightarrow S = (v - at)t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \\ v = v_0 + at \end{cases}$$

$$S = vt - at^2 + \frac{at^2}{2} \Rightarrow S = vt - \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2vt - 2S}{t^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot 19 \cdot 20 - 2 \cdot 340}{20^2} = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = v - at \Rightarrow v_0 = 19 - 0,2 \cdot 20 = 15 \text{ м/с}$$

Ответ: $a = 0,2 \text{ м/с}^2$; $v_0 = 15 \text{ м/с}$

Задача №2.

Зависимость скорости материальной точки от времени задана уравнением $v_x = 2 + 3t$. Определите начальную скорость и ускорение точки. Записать уравнение движения и вычислить путь пройденный точкой за 12 секунд, учитывая, что $x_0 = 0$.

Решение:

Записываем уравнение движения в общем виде и сравниваем их с данными уравнениями

$$v_x = v_{0x} + at$$

$v_x = 2 + 3t$, значит $v_{0x} = 2 \text{ м/с}$, $a = 3 \text{ м/с}^2$ (единицы измерения, если не оговорено специально, берутся в системе СИ)

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{axt^2}{2}, \text{ по условию } x_0 = 0 \Rightarrow x = 2t + \frac{3t^2}{2} \text{ или } x = 2t + 1,5t^2$$

$$x = 2 \cdot 12 + 1,5 \cdot 12^2 = 240 \text{ м}$$

Ответ: $v_0 = 2 \text{ м/с}$; $a = 3 \text{ м/с}^2$; $x = 240 \text{ м}$

Задача №3.

Из пунктов А и В, расстояние между которыми 260 км, выехали навстречу друг к другу два автомобиля, скорость первого 60 км/ч. Встреча автомобилей произойдет через 2 часа. Определите скорость второго автомобиля.

Дано:

$$v_1 = 60 \text{ км/ч}$$

$$t = 2 \text{ ч}$$

$$x_{02} = 260 \text{ км}$$

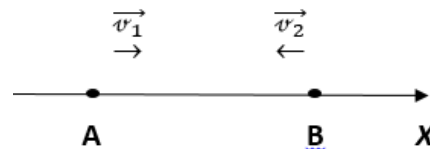
$$a - ? \quad v_0 - ?$$

СИ:

Переводить не нужно, так как находим v_2 , по единица измерения v_1

Решение:

1. Выберем координатную ось Ox , в направлении скорости первого автомобиля



2. Запишем уравнение движения в координатах для первого автомобиля $x_1 = v_1 t$ и второго автомобиля $x_2 = x_{02} - v_2 t$ (знак минус так как скорость второго автомобиля направлена противоположно скорости первого)

3. Рассмотрим момент встречи

$$x_1 = x_2, \text{ поэтому } v_1 t = x_{02} - v_2 t \Rightarrow v_2 = \frac{x_{02}}{t} - v_1$$

$$v_2 = \frac{260}{2} - 60 = 70 \text{ (км/ч)}$$

Ответ: $v_2 = 70 \text{ км/ч}$

Задача № 4.

Одну треть пути автомобиль прошел со скоростью 12 м/с, оставшуюся часть пути со скоростью 24 м/с. Определите среднюю скорость на всем пути.

Дано:

$$s_1 = \frac{1}{3} S$$

$$s_2 = S - s_1$$

$$v_1 = 12 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 24 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{ср}} - ?$$

Решение:

1. Запишем уравнение средней скорости

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} (1), \text{ где } S - \text{ весь путь, } t - \text{ общее время}$$

2. Так как $t = t_1 + t_2$

t_1 – время первой части пути

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{\frac{1}{3} S}{12} = \frac{S}{36}$$

t_2 – время второй части пути

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{S - \frac{1}{3} S}{24} = \frac{\frac{2}{3} S}{24} = \frac{S}{36} \rightarrow t = \frac{S}{36} + \frac{S}{36} = \frac{2S}{36} = \frac{S}{18}$$

3. Значение t подставим в формулу (1)

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{\frac{S}{18}} = 18 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_{\text{ср}} = 18 \text{ м/с}$

Задача №5.

В безветренную погоду капли дождя падают вертикально со скоростью $v_1 = 8 \text{ м/с}$ относительно земли. Скорость поезда 54 км/ч. Под каким углом α к вертикали будут падать капли на стекло движущегося вагона? Чему равна скорость v каплей относительно поезда?

Решение:**Дано:**

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

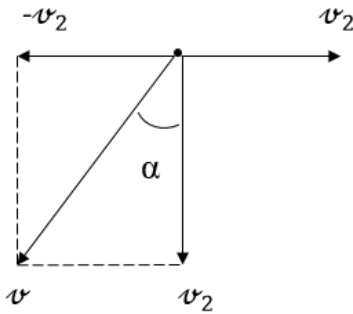
$$v_2 = 54 \text{ км/ч}$$

$$\alpha - ? \quad v - ?$$

СИ:

15 м/с

Пусть неподвижная система отсчета – Земля, тогда по закону скоростей $\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{v}_2$
из рисунка:



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_2}{v};$$

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{64 + 225} = 17 \text{ м/с} \rightarrow$$

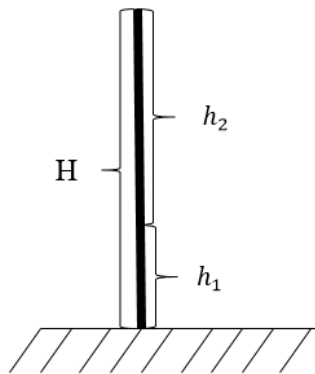
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{15}{17} \rightarrow \alpha = \operatorname{arctg} \frac{15}{17} = 41^\circ$$

Ответ: $\alpha = 41^\circ$; $v = 17 \text{ м/с}$ **Задача №6.**

Свободно падающее тело за последние 0,5 с прошло путь 30 м. С какой высоты упало тело?

Решение:

1. Сделать чертёж, изобразив общую высоту H , данную высоту h_1 и обозначив высоту равную $H - h_1$ через h_2 .



2. Записать уравнение относительно заданной высоты $h_1 = H - h_2$
3. Используя уравнения равноускоренного движения и учитывая, что $v_{0y} = 0$

$$H = \frac{gt^2}{2}; \quad h_2 = \frac{gt_2^2}{2}; \quad \text{так как } t_2 = t - 0,5 \rightarrow h_2 = \frac{g(t - 0,5)^2}{2}$$

$$h_1 = H - h_2 \rightarrow 30 = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t-0,5)^2}{2}, \text{ считая, что } g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \text{ получаем}$$

$$30 = 5t^2 - 5t^2 + 5t - 1,25 \rightarrow 5t - 1,25 = 30 \rightarrow t = 6,25 \text{ с.}$$

4. Определим высоту H

$$H = \frac{gt^2}{2} \rightarrow H = \frac{10 \cdot 6,25^2}{2} = 195,3 \text{ м}$$

Ответ: $H = 195,3 \text{ м}$

Задача № 7.

Камень брошен с земли со скоростью 10 м/с, под углом 30° . Определите максимальную высоту подъема и дальность полета, модуль скорости и направление вектора скорости через 0,2 с после бросания. Принять $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Дано:

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

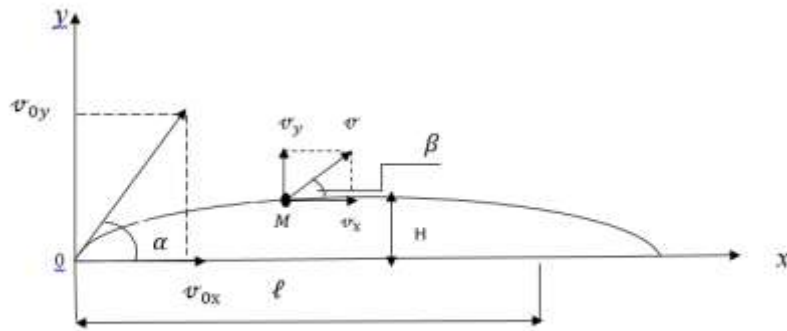
$$\angle \alpha = 30^\circ$$

$$t_1 = 0,2 \text{ с}$$

$H - ? \ell - ?$

$v - ? \angle \beta - ?$

Решение:



1. Сделать чертеж. Начало полета связать с началом координат, расположить скорости на составляющие по осям. $\vec{v}_0 = \vec{v}_{0x} + \vec{v}_{0y}$; $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$
2. Используя принцип независимости движения, движение по кривой линии заменяем двумя независимыми движениями вдоль оси X – равномерное прямолинейное движение (проекция $g_x = 0$); и вдоль оси Y – равнопеременное движение (движение под действием силы тяжести).
3. Запишем уравнения равномерного $\ell = v_{0x} \cdot t$ и равнопеременного движения $y = v_{0y} \cdot t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$, где $t_1 = \frac{t}{2}$; $y = H$ из чертежа видно $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$; $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$
4. Рассмотрим точку максимального подъема.

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} - \frac{g \left(\frac{t}{2}\right)^2}{2}$$

" – " – тело движется вверх, g направлено вниз.

$$v_y = v_{0y} - g \frac{t}{2} \text{ в точке максимального подъема } v_y = 0 \rightarrow v_{0y} = g \frac{t}{2} \rightarrow$$

$$t = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (1) \text{ .Подставим (1) в формулы высоты, получим}$$

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} - \frac{g \left(\frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}\right)^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}; \sin 30^\circ = 0,5$$

$$H = \frac{1}{2} \frac{10^2 \cdot 0,5^2}{10} = 1,25 \text{ (м)}$$

5. Определяем дальность полета $\ell = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$ и так как $t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \rightarrow$

$$\ell = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{v_0 \cdot 2v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \rightarrow \ell = \frac{10^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = 8,7 \text{ (м)}$$

- б. Определим скорость и её направление через 0,2 с. Вычислим полное время движения: $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$; $t = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,5}{10} = 1(\text{с})$ так как $t_1 < t$, значит камень будет находится где-то в точке М до максимальной высоты подъема, вектор скорости будет направлен по касательной к траектории в точке М. Учитывая, что $v_x = \text{const} = v_0 \cdot \cos \alpha = 10 \cdot 0,866 = 8,66 \text{ (м/с)}$
 $v_y = v_{0y} - gt_1$; $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \rightarrow v_y = 10 \cdot 0,5 - 10 \cdot 0,2 = 3 \text{ (м/с)}$

по теореме Пифагора: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{8,66^2 + 3^2} = 9,16 \text{ (м/с)}$

7. Находим угол β , показывающий направление вектора скорости

$$\text{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x}; \rightarrow \text{tg} \beta = \frac{3}{8,66} = 0,364 \rightarrow \beta = \text{arctg}(0,364) = 20^\circ$$

Ответ: $H = 1,25 \text{ (м)}$; $l = 8,7 \text{ (м)}$; $v = 9,16 \text{ (м/с)}$; $\angle \beta = 20^\circ$.

Задача № 8.

Движение от шкива I к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту вращения (об/мин) шкива IV, если шкив I делает 1200 об/мин, а радиусы шкивов $r_1 = 8 \text{ см}$, $r_2 = 32 \text{ см}$, $r_3 = 11 \text{ см}$, $r_4 = 55 \text{ см}$. Шкивы II и III жестко укреплены на одном валу.

Дано:

$$\omega_1 = 1200 \text{ об/мин}$$

$$r_1 = 8 \text{ см}$$

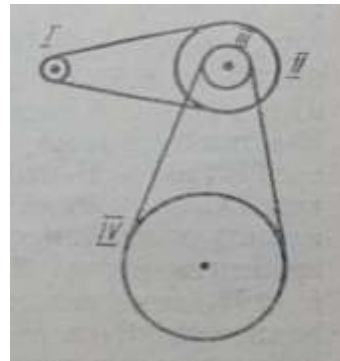
$$r_2 = 32 \text{ см}$$

$$r_3 = 11 \text{ см}$$

$$r_4 = 55 \text{ см}$$

$$\omega_4 = ?$$

Решение:



Линейная скорость ремня, соединяющего I и III шкив, является линейной скоростью этих шкивов, так как $v = \omega \cdot r$ и значит

$$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2 \rightarrow \omega_2 = \frac{\omega_1 \cdot r_1}{r_2}$$

Так как шкивы II и III закреплены жестко, значит $\omega_3 = \omega_2$. Для ремня, соединяющего III и IV шкивы $\omega_3 \cdot r_3 = \omega_4 \cdot r_4 \rightarrow \omega_4 = \frac{\omega_3 \cdot r_3}{r_4}$, учитывая, что

$$\omega_3 = \omega_2 \text{ получаем } \omega_4 = \frac{\omega_1 \cdot r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} \rightarrow \omega_4 = \frac{1200 \cdot 8 \cdot 11}{32 \cdot 55} = 60 \text{ об/мин.}$$

Ответ: $\omega_4 = 60 \text{ об/мин.}$

Задача № 9.

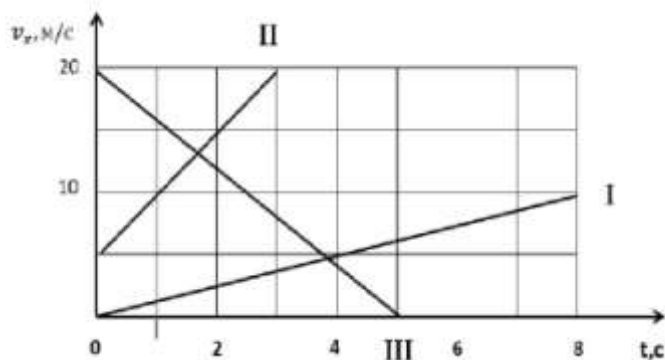
Период обращения молотильного барабана диаметром 600 мм равен 0,046 с. Найти скорость точек, лежащих на ободе барабана и их центростремительное ускорение.

Дано: $D = 600 \text{ мм}$ $T = 0,046 \text{ с}$ $\alpha - ? \quad \nu - ?$	СИ: $0,6 \text{ м}$	Решение: $\nu = \frac{\pi D}{T} \rightarrow \nu = \frac{3,14 \cdot 0,6}{0,046} = 41 \text{ (м/с)}$ $a = \frac{\nu^2}{r} = \frac{\nu^2}{\frac{D}{2}} = \frac{2\nu^2}{D} \rightarrow a = \frac{2 \cdot 41^2}{0,6} = 5603 \text{ (м/с}^2\text{)}$
---	-------------------------------	--

Ответ: $\nu = 41 \text{ (м/с)}$; $a = 5603 \text{ (м/с}^2\text{)}$.

Задачи для самостоятельной работы.

1. Мяч упал с высоты 3 м, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найти путь и перемещение мяча.
2. Движение двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1 = 5t$, $x_2 = 100 - 10t$. Построить графики зависимости $x(t)$. Найти время и место встречи.
3. Два поезда движутся навстречу друг друга со скоростями 72 и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходил мимо него в течение 14 с. Какова длина второго поезда?
4. Рыболов, двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Через 1 мин он заметил потерю и сразу же повернул обратно. Через какой промежуток времени после потери он догонит удочку? Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны. На каком расстоянии от места потери он догонит удочку, если скорость течения воды равна 2 м/с?
5. Вертолет летел на север со скоростью 20 м/с. С какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует западный ветер со скоростью 10 м/с?
6. Катер, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/с в системе отсчета, связанной с водой. На сколько метров будет снесен катер течением, если ширина реки 800 м, а скорость течения 1 м/с?
7. Зависимость скорости от времени при разгоне автомобиля задана формулой $v_x = 0,8t$. Построить график зависимости скорости от времени и найти скорость в конце пятой секунды.
8. Зависимость скорости материальной точки от времени задана формулой $v_x = bt$. Написать уравнение движения $x=x(t)$, если в начальный момент ($t=0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x=0$). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 с.
9. По заданным на рисунке графикам написать уравнения $v_x = v_x(t)$.

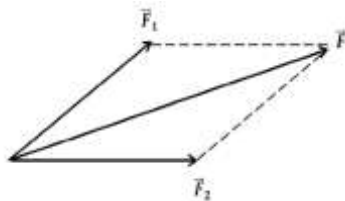


10. Два велосипедиста едут навстречу друг другу. Один, имея начальную скорость 5 м/с , спускается с горы с ускорением $-0,2 \text{ м/с}^2$; другой, имея начальную скорость $1,5 \text{ м/с}$, спускается с горы с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Через какой промежуток времени они встретятся и какое расстояние до встречи пройдет каждый из них, если расстояние между ними в начальный момент равно 130 м ?
11. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с , двигаясь с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?
12. Велосипедист начал свое движение из состояния покоя и в течение первых 4 с двигался с ускорением 1 м/с^2 ; затем в течении $0,1 \text{ мин}$ он двигался равномерно и последние 20 м – равнозамедленно до остановки. Найти среднюю скорость за все время движения. Построить график зависимости $v_x(t)$.
13. Движение двух автомобилей по шоссе заданы уравнениями $x_1 = 2t + 0,2t^2$ и $x_2 = 80 - 4t$. Описать картину движения. Найти: а) время и место встречи автомобилей; б) расстояние между ними через 5 с от начала отсчета времени; в) координату первого автомобиля в тот момент времени, когда второй находился в начале отсчета.
14. Радиус рукоятки колодезного ворота в 3 раза больше радиуса вала, на который наматывается трос. Какова линейная скорость конца рукоятки при поднятии ведра с глубины 10 м за 20 с ?
15. Радиус рабочего колеса гидротурбины в 8 раз больше, а частота обращения в 40 раз меньше, чем у паровой турбины. Сравнить скорости и центростремительные ускорения точек обода колес турбин.
16. Снаряд зенитной пушки, выпущенный вертикально вверх со скоростью 800 м/с , достиг цели через 6 с . На какой высоте находился самолет противника и какова скорость снаряда при достижении цели? Как отличаются реальные значения искомых величин от вычисленных?
17. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с . Написать уравнение движения $y=y(t)$. Найти, через какой промежуток времени тело будет на высоте: а) 15 м ; б) 20 м ; в) 25 м .
Указание: Ось Y направить вертикально вверх; принять, что при $t=0, y=0$.
18. Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высоте 20 м . Сколько времени летел мяч до земли, и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстоянии 6 м от основания дома?

19. Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 5 м, имея после разбега горизонтально направленную скорость, равную по модулю 6 м/с. Каковы модуль и направление скорости мальчика при достижении им воды?
20. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты h . Какова дальность полета?

Раздел 2. Динамика.

- Основное понятие механики – сила.
 F – сила, векторная величина, характеризующая взаимодействие тел, в результате которого, тела получают ускорение.
 Сила определяется численным значением и точкой приложения.
- Если на тело действуют несколько сил, то согласно принципу суперпозиции, результирующая сила равна геометрической сумме этих сил. Определить результирующую силу геометрически можно по правилу параллелограмма



$$\vec{F}_p = \sum \vec{F}_i$$

- Законы Ньютона:**
 Все законы Ньютона выполняются в инерциальной системе отсчета.
1 закон: Существуют такие системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых тела движутся равномерно и прямолинейно или покоятся, если на них не действуют другие тела (или действие других тел компенсируется).
 Если тело движется с постоянной скоростью, такое движение называется движением по инерции, а способность тел сохранять такое движение – инертностью.
 Мерой инертности является масса.
2 закон: Сила, действующая на тело равна произведению массы тела на сообщаемое ускорение. $\vec{F} = m\vec{a}$
 Если на тело действует несколько сил, то $\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$
3 закон: Тела действуют друг на друга с силами равными по модулю и противоположным по направлению, то есть каждому действию, есть равное противодействие. $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
 Силы действия и противодействия приложены к разным телам и поэтому уравновешивать друг друга не могут.
- Силы природы:**
 - Сила тяжести $\vec{F} = m\vec{g}$.
 - Вес тела $\vec{P} = m(\vec{g} + \vec{a})$
 - Закон Всемирного тяготения $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

4. Закон Гука $F = k|\Delta x|$

5. Сила трения $\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \vec{N}$, \vec{N} – сила реакции опоры.

Примеры решения задач.

Задача № 1.

Тело массой 1 кг связано нитью с другим телом массой 2 кг. Нить переброшена через блок так, что первое тело движется по горизонтальной поверхности с коэффициентом трения $\mu = 0,1$, а второе спускается вниз. Определить ускорение тел и силу натяжения нити.

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

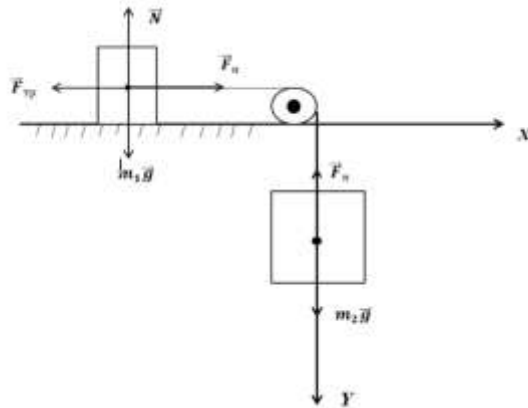
$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,1$$

$$a = ? ; F_{\text{н}} = ?$$

Решение:

1. Выбрать систему координат, изобразить все силы действующие на оба тела.



2. Записать 2 закон Ньютона для каждого тела отдельно в проекциях на оси координат.

$$m_1 \vec{a} = \vec{F}_{\text{н}} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m_1 \vec{g}.$$

$$m_2 \vec{a} = \vec{F}_{\text{н}} + m_2 \vec{g}$$

для первого тела

$$X: m_1 a_{x1} = F_{\text{н}} - F_{\text{тр}};$$

$$Y: m_1 a_{y1} = m_1 g - N, \text{ так как } a_y = 0 \text{ (тело движется горизонтально)} \rightarrow N = m_1 g, \text{ учитывая, что } F_{\text{тр}} = \mu N \rightarrow F_{\text{тр}} = \mu m_1 g \rightarrow$$

$$m_1 a_{x1} = F_{\text{н}} - \mu m_1 g \quad (1)$$

для второго тела

X: движения нет;

$$Y: m_2 a_{y2} = m_2 g - F_{\text{н}} \quad (2) \text{ так как тела связаны нитью, } |a_{x1}| = |a_{y2}| = a$$

3. Решая (1) и (2) уравнения, как систему уравнений, находим:

$$\begin{cases} m_1 a = F_{\text{н}} - \mu m_1 g \\ m_2 a = m_2 g - F_{\text{н}} \end{cases}, \text{ решаем методом почленного сложения } \rightarrow$$

$$(m_1 + m_2)a = m_2 g - \mu m_1 g \rightarrow a = \frac{m_2 g - \mu m_1 g}{m_1 + m_2} g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{2 \cdot 10 - 0,1 \cdot 1 \cdot 10}{1 + 2} = \frac{2}{3} \approx 0,67 \text{ м/с}^2$$

Силу натяжения находим из уравнения (1) или (2)

$$\text{Из уравнения (2)} \rightarrow F_{\text{н}} = m_2(g - a) \rightarrow F_{\text{н}} = 2(10 - 0,67) = 18,7 \text{ (Н)}$$

Задача № 2.

Брусok, массой 2 кг, находится на наклонной плоскости с углом наклона 30° . Какую силу, направленную горизонтально, надо приложить к бруску, чтобы он двигался равномерно на наклонной плоскости. Коэффициент трения бруска с плоскостью 0,3.

Дано:

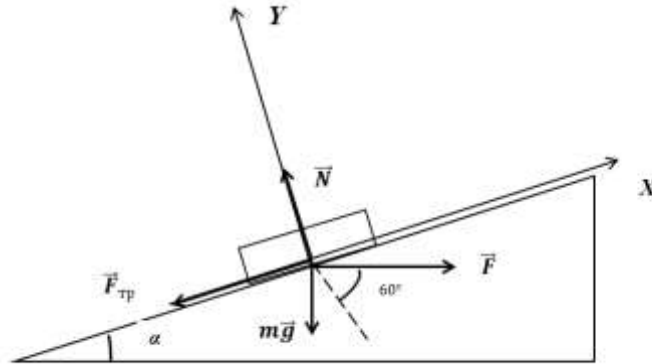
$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\angle \alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,3$$

$F = ?$

Решение:



Решаем по тому же алгоритму, что и в задаче 1, но оси координат лучше выбирать вдоль наклонной плоскости по направлению движения

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{F} \quad \angle \alpha = 30^\circ$$

X: $ma_x = F \cos \alpha - F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = 0, (1) a_x = 0$, так как движение равномерное

Y: $-F \cos 60^\circ - mg \cos 30^\circ + N = 0, (2) \rightarrow N = F \cos 60^\circ + mg \cos 30^\circ \rightarrow$

$F_{\text{тр}} = \mu(F \cos 60^\circ + mg \cos 30^\circ)$ подставим в уравнение (1)

$F \cos 30^\circ - \mu(F \cos 60^\circ + mg \cos 30^\circ) - mg \sin 30^\circ = 0$ отсюда следует

$$F = \frac{mg \sin 30^\circ + \mu mg \cos 30^\circ}{\cos 30^\circ - \mu \cos 60^\circ} \rightarrow F = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,867}{0,867 - 0,3 \cdot 0,5} = 21 \text{ (Н)}$$

Задача № 3.

По мосту, радиусом 40 м движется автомобиль массой 2 т со скоростью 36 км/ч. Определить силу давления автомобиля в средней точке моста, если мост

а. выпуклый;

б. вогнутый.

Дано:

$$m = 2 \text{ т}$$

$$v = 36 \text{ км/ч}$$

$$R = 40 \text{ м}$$

$F_g = ?$

СИ

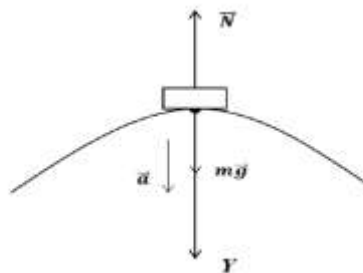
$$2 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$10 \text{ м/с}$$

а.

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$$

Решение:

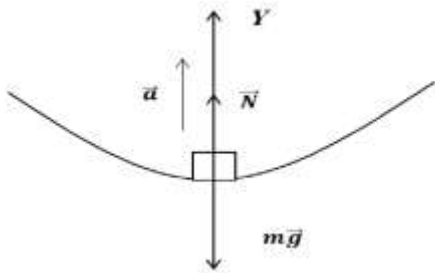


Y: $ma = mg - N$; где $a = \frac{v^2}{R}$ по третьему закону Ньютона $|\vec{N}| = |\vec{F}_g|$, поэтому

$$m \frac{v^2}{R} = mg - F_{\phi} \rightarrow F_{\phi} = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right); g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \rightarrow$$

$$F_{\phi} = 2 \cdot 10^3 \cdot \left(10 - \frac{10^2}{40} \right) = 15 \cdot 10^3 (\text{Н}) = 15 (\text{кН})$$

б.



У: $ma = N - mg$; где $a = \frac{v^2}{R}$ по третьему закону Ньютона $|\vec{N}| = |\vec{F}_g|$, поэтому

$$m \frac{v^2}{R} = F_{\phi} - mg \rightarrow F_{\phi} = m \left(g + \frac{v^2}{R} \right);$$

$$F_{\phi} = 2 \cdot 10^3 \cdot \left(10 + \frac{10^2}{40} \right) = 25 \cdot 10^3 (\text{Н}) = 25 (\text{кН})$$

Задача № 4.

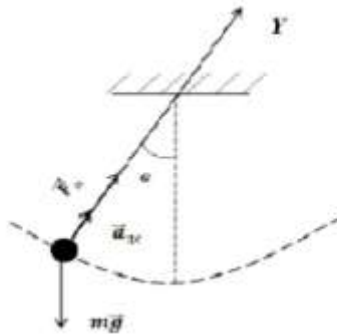
Шарик массой 500 г, подвешенный на нерастяжимой нити длиной 1 м, совершает колебание в вертикальной плоскости. Найти силу натяжения нити в момент, когда она образует с вертикалью угол 60° . Скорость шарика в этот момент 1,5 м/с.

Дано:	СИ
$m = 500 \text{ г}$	0,5 кг
$v = 1,5 \text{ м/с}$	
$g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$	
$F_H - ?$	

Решение:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_H \text{ где } a = \frac{v^2}{R}$$

Направим ось Y вдоль радиуса окружности.



Запишем 2 закон Ньютона в проекциях на эту ось.

У: $ma = F_H - mg \cos \alpha$, учитывая, что $R = \ell$

$$m \frac{v^2}{\ell} = F_H - mg \cos \alpha \rightarrow F_H = m \left(g \cos \alpha + \frac{v^2}{\ell} \right)$$

$$F_H = 0,5 \left(10 \cdot 0,5 + \frac{1,5^2}{1} \right) = 3,6 (\text{Н})$$

Задача № 5.

Грузы $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,5 \text{ кг}$ подвешены с помощью системы блоков. Считая нить невесомой и нерастяжимой, а трение в блоках равным 0, найти ускорение грузов. Массу блоков не учитывать.

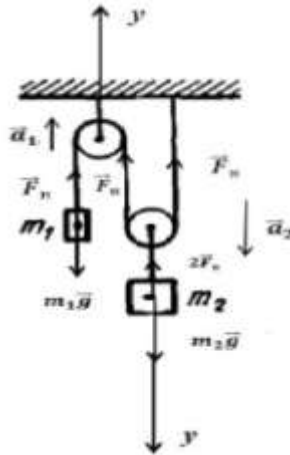
Дано:

$$v_0 = 0$$

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,5 \text{ кг}$$

$$a_1 - ? \quad a_2 - ? \quad F_H - ?$$



Решение:

Подвешенный блок дает выигрыш в силе в 2 раза.

$$m_1 \vec{a} = \vec{F}_H + m_1 \vec{g}$$

$$m_2 \vec{a} = \vec{F}_H + m_2 \vec{g}$$

Направление оси y выбираем для каждого груза – в сторону его ускорения.

$$y: m_1 a_1 = F_H - m_1 g$$

$$m_2 a_2 = m_2 g - 2F_H$$

Так как за некоторое время груз массой m_1 пройдет расстояние $S_1 = \frac{a_1 t^2}{2}$,

а груз m_2 , $S_2 = \frac{S_1}{2} \rightarrow a_2 = \frac{a_1}{2}$

$\left\{ \begin{array}{l} m_1 a_1 = F_H - m_1 g \\ m_2 \frac{a_1}{2} = m_2 g - 2F_H \end{array} \right. \times (2)$, решаем методом почленного сложения \rightarrow

$$(2m_1 + 0,5m_2)a_1 = g(m_2 - 2m_1) \rightarrow a_1 = \frac{g(m_2 - 2m_1)}{2m_1 + 0,5m_2} g = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$$

$$a_1 = \frac{10(2-2 \cdot 0,5)}{2 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ М/с}^2 \rightarrow a_2 = \frac{a_1}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ М/с}^2$$

Задача № 6.

Спутник движется вокруг Земли на высоте $H=2000$ км. (Считать Землю шаром). Найти скорость движения спутника и период его обращения T , если радиус Земли $R=6400$ км.

Дано:

$$H = 2000 \text{ км}$$

$$R = 6400 \text{ км}$$

$$v - ?$$

$$T - ?$$

СИ

$$2 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$$

Решение:

На спутник действует сила тяготения, которая сообщает ему центростремительное ускорение m – масса спутника, M – масса Земли.

$$m \vec{a}_{\text{цс}} = \vec{F}_{\text{тяг}} \quad (1)$$

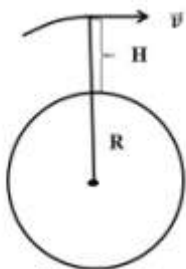
$$F_{\text{тяг}} = G \frac{mM}{r^2} \quad (2), \quad r = H + R \quad (3), \quad \text{тогда } a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{H+R} \quad (4)$$

Подставим (2), (3), (4) в уравнение (1)

$$m \frac{v^2}{H+R} = G \frac{mM}{(H+R)^2} \rightarrow v^2 = G \frac{M}{H+R} \text{ или } v = \sqrt{G \frac{M}{H+R}}$$

$$\text{Так как } mg = G \frac{mM}{R^2} \rightarrow GM = gR^2 \text{ поэтому } v = \sqrt{\frac{gR^2}{H+R}} = R \sqrt{\frac{g}{H+R}}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

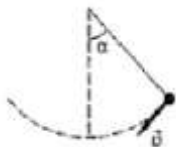


10

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(H + R)}{v} T = \frac{2 \cdot 3,14(2 \cdot 10^6 + 6,4 \cdot 10^6)}{7 \cdot 10^3} \approx 7,5 \cdot 10^3 \text{ (с)}$$

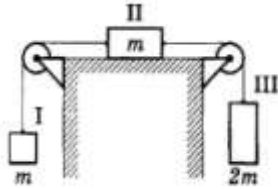
Задачи для самостоятельной работы.

1. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 60 земным радиусам, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. В какой точке отрезка, соединяющего центры Земли и Луны, тело будет притягиваться ими с одинаковой силой?
2. Средняя плотность Венеры 5200 кг/м^3 , а радиус планеты 6100 км. Найти ускорение свободного падения на поверхности Венеры.
3. Лифт Останкинской телевизионной башни разгоняется до скорости 7 м/с в течение 15 с. Сколько же времени занимает и остановка лифта? На сколько изменится вес человека массой 80 кг в начале и конце движения лифта?
4. Деревянный брусок массой 2 кг тянут по деревянной доске, расположенной горизонтально, с помощью пружины жёсткостью 100 Н/м. коэффициент трения равен 0,3. Найти удлинение пружины.
5. С высоты 25 м предмет падал в течение 2,5 с. Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от силы тяжести?
6. На наклонной поверхности длиной 50 см и высотой 10 см покоится брусок массой 2 кг. При помощи динамометра, расположенного параллельно плоскости, брусок сначала втащили вверх по наклонной плоскости, а затем стащили вниз. Найти разность показаний динамометра.
7. Наклонная плоскость расположена под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту. При каких значениях коэффициента трения μ тянуть по ней груз труднее, чем поднимать его вертикально? (Движение считать равномерным).
8. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м. С какой силой он давит на сидение при прохождении среднего положения со скоростью 6 м/с?
9. Велотрек имеет закругление радиусом 40 м. В этом месте он наклонен на 40° к горизонту. На какую скорость езды рассчитан такой наклон?
10. Найти силу упругости нити в момент, соответствующий рисунку, если масса груза равна 100 г, скорость движения 2 м/с, угол 60° , длина нити 40 см.



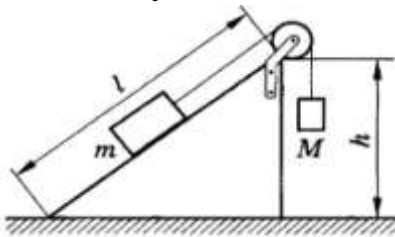
11. Груз, подвешенный на нити длиной 60 см, двигаясь равномерно, описывает в горизонтальной плоскости окружность. С какой скоростью движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол 30° ?
12. На шнуре, перекинутом через блок, подвешены грузы массами 0,3 и 0,2 кг. С каким ускорением движутся грузы? Какова сила натяжения шнура во время движения?

13. Вертолет, масса которого 27,2 т, поднимает на тросах вертикально вверх груз массой 15,3 т с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$. Найти силу тяги вертолета и силу, действующую со стороны груза на прицепной механизм вертолета.
14. Маневровый тепловоз массой 100 т тянет два вагона по 50 т каждый с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. найдите силу тяги тепловоза и силу натяжения сцепок, если коэффициент сопротивления движению равен 0,006.
15. С каким ускорением движется система, изображенная на рисунке,



если $m = 1 \text{ кг}$ и коэффициент трения 0,2? Какова сила натяжения нити F_{H1} , связывающей тела I и II, и сила натяжения нити F_{H2} , связывающей тела II и III?

16. Найти силу трения, действующую на груз массой m , ускорение движения грузов и силу натяжения нити, если $h = 60 \text{ см}$, $l = 1 \text{ м}$, $m = 0,5 \text{ кг}$, $\mu = 0,25$.



Решить задачу при следующих значениях массы груза M: а) 0,1 кг; б) 0,25 кг; в) 0,3 кг; г) 0,35 кг; д) 0,5 кг.

17. Конькобежец движется со скоростью 10 м/с по окружности радиусом 30 м. под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие?
18. С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной плоскости, описывая дугу радиусом 100 м, если коэффициент трения резины о почву 0,4? На какой угол от вертикального положения он при этом отклоняется?
19. Груз, подвешенный на нити длиной $l = 60 \text{ см}$, движется равномерно, описывает в горизонтальной плоскости окружность. С какой скоростью движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 30^\circ$?

Раздел 3. Статика.

1. Условие равновесия.

Для равновесия твердого тела необходимо, чтобы геометрическая сумма внешних сил, приложенных к телу, была равна нулю. А значит и сумма проекций этих сил на оси координат также равна нулю.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0.$$

Но этого условия недостаточно, для тел, у которых рассматривается вращение этих тел относительно оси (любой точки, выбранной на теле)

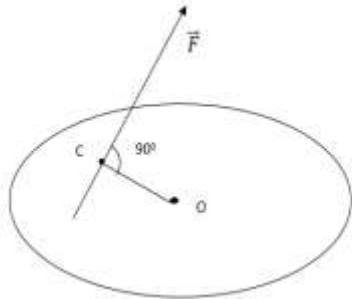
2. Условие равновесия.

Твердое тело находится в равновесии, если сумма моментов всех внешних сил, действующих на тело, относительно любой оси равна нулю.

$$\sum M = 0$$

M - момент силы

$M = F \cdot l$, l - плечо силы, длина перпендикуляра, опущенного из оси на линию действия силы.



$$l = OC$$

M – положителен, если сила вращает тело по часовой стрелке и отрицателен, если сила вращает тело против часовой стрелки.

Любое тело находится в равновесии, если
$$\begin{cases} \sum M = 0 \\ \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

Примеры решения задач по статике.

Задача № 1.

Груз висит на двух тросах. $\angle ABC = 120^\circ$. Сила тяжести, действующая на груз, равна 600 Н. Определить силы упругости тросов АС и СВ.

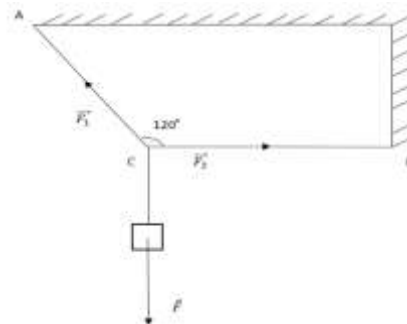
Дано:

$$F = 600 \text{ Н}$$

$$\angle ABC = 120^\circ$$

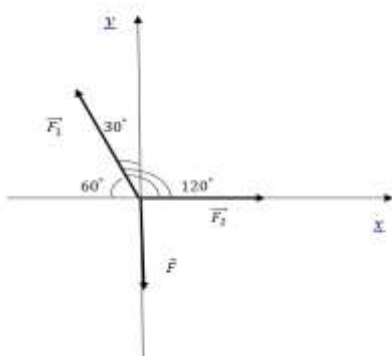
$$F_1 - ? ; F_2 - ?$$

Решение:



1. Изобразим действующие силы в осях координат \vec{F}_1 , \vec{F}_2 - силы упругости

\vec{F} – сила тяжести



2. Запишем условие равновесия для внешних сил: $\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F} = 0$ и в проекциях на оси координат

Ось X: $F_2 - F_1 \cdot \cos 60^\circ = 0$ (1) (проекция силы $F = 0$, так как она \perp оси X)

Ось Y: $F_1 \cdot \cos 30^\circ - F = 0$ (2) (проекция силы $F_2 = 0$, так как она \perp оси Y)

3. Выразим искомые силы из уравнений (1) и (2), вычислим их значения

$$F_1 = \frac{F}{\cos 30^\circ} \rightarrow F_1 = \frac{600}{0,866} \approx 690(\text{H})$$

$$F_2 = F_1 \cdot \cos 60^\circ \rightarrow F_2 = 690 \cdot 0,5 = 345(\text{H})$$

Ответ: $F_1 = 690(\text{H}); F_2 = 345(\text{H})$

Задача №2.

Лестница длиной 4 м приставлена к стене без трения под углом 60° к полу. Максимальная сила трения между лестницей и полом $F_{\text{тр}} = 200 \text{ Н}$. На какую высоту может подняться по лестнице человек весом 600 Н, прежде, чем лестница начнет скользить? Весом лестницы пренебречь.

Дано:

$$F_{\text{тр}} = 200 \text{ Н}$$

$$P = 600 \text{ Н}$$

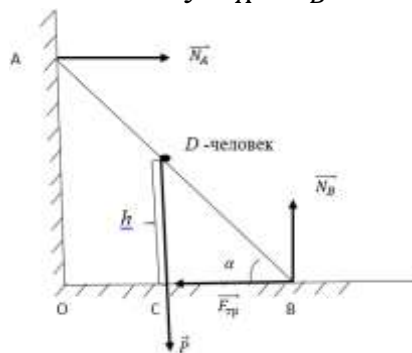
$$\angle \alpha = 60^\circ$$

$$l = 4 \text{ м}$$

$$h - ?$$

Решение:

1. Выполним рисунок, изобразив силы, действующие на лестницу: N_A и N_B – силы реакции стены и пола



2. Запишем условия равновесия

$$\sum M = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_x = 0 \quad (2)$$

$$\sum F_y = 0 \quad (3)$$

3. Чтобы записать (1) условие конкретно для этой задачи, выбираем ось вращения – это точка В. Обычно выбирают осью точку, в которой сосредоточено наибольшее количество неизвестных сил, в этой задаче точки А и В.

$$M_B = -M_P + M_{N_A} = 0$$

Момент силы вращающий тело относительно оси по часовой стрелке – положителен, против – отрицателен. Момент сил приложенных к оси равен 0,

$$-P \cdot CB + N_A \cdot OA = 0$$

учитывая, что $CB = \frac{h}{\text{tg}\alpha} \rightarrow OA = l \cdot \sin \alpha$, получаем

$$-P \cdot \frac{h}{\text{tg}\alpha} + N_A \cdot l \cdot \sin \alpha = 0 \rightarrow h = \frac{N_A \cdot l \cdot \sin \alpha \cdot \text{tg}\alpha}{P} \quad (4)$$

4. Для нахождения неизвестных сил реакции опоры, запишем (2) или (3) уравнение в зависимости от того, вдоль оси X, или Y, расположена неизвестная сила реакции опоры. В данной задаче N_A лежит вдоль оси X.

Проекция сил на ось X:

$$N_A - F_{\text{тр}} = 0 \quad (\text{проекция } N_A \text{ и } P \text{ на ось X равна 0, так как эти силы перпендикулярны оси X}) \rightarrow N_A = F_{\text{тр}}$$

5. Подставим значение N_A в уравнение (4) и вычислим высоту

$$h = \frac{F_{\text{тр}} \cdot l \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha}{P} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot l \cdot \sin^2 \alpha}{P \cdot \cos \alpha} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot l \cdot (1 - \cos^2 \alpha)}{P \cdot \cos \alpha}$$

Преобразуем для удобства вычисления $\cos 60^\circ = 0,5 \rightarrow h = \frac{200 \cdot 4 \cdot (1 - 0,5^2)}{600 \cdot 0,5} = 2(\text{м})$

Задача № 3.

Рельс длиной 10 м и массой 900 кг поднимают равномерно на двух тросах. Найти силу натяжения тросов, если один из них укреплен на конце рельса, а другой на расстоянии 1 м от второго конца рельса.

Дано:

$$a = 1 \text{ м}$$

$$m = 900 \text{ кг}$$

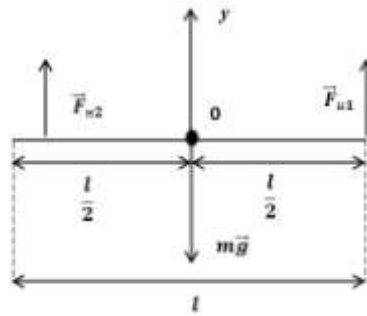
$$l = 10 \text{ м}$$

$$F_{\text{H1}} - ?$$

$$F_{\text{H2}} - ?$$

Решение:

1. Сделаем чертеж, изобразив силы, действующие на рельс



2. Записать условие равновесия

$$\sum M = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

у: $F_{\text{H1}} + F_{\text{H2}} - mg = 0$ (1) ось вращения точка O

$$F_{\text{H2}} \cdot \left(\frac{l}{2} - 1\right) - F_{\text{H1}} \cdot \frac{l}{2} = 0 \rightarrow F_{\text{H1}} = \frac{F_{\text{H2}} \cdot \left(\frac{l}{2} - 1\right)}{\frac{l}{2}}$$

подставим значение l

$$F_{\text{H1}} = \frac{F_{\text{H2}} \cdot (5 - 1)}{5} \rightarrow F_{\text{H1}} = \frac{4}{5} F_{\text{H2}} \quad (2)$$

Подставим (2) в (1)

$$\frac{4}{5} F_{\text{H2}} + F_{\text{H2}} = mg \rightarrow F_{\text{H2}} = \frac{5mg}{9}; F_{\text{H2}} = \frac{5 \cdot 900 \cdot 10}{9} = 5 \cdot 10^3 (\text{Н}) = 5(\text{кН})$$

$$F_{\text{H1}} = \frac{4}{5} \cdot 5 \cdot 10^3 = 4 \cdot 10^3 (\text{Н}) = 4(\text{кН})$$

Задача № 4.

В однородной пластине в форме круга радиуса R, вырезано отверстие вдвое меньшего радиуса, касающегося края пластинки. Где находится центр тяжести пластинки?

Дано:

$$R$$

$$X - ?$$

Решение:

Пусть С – центр тяжести пластины.

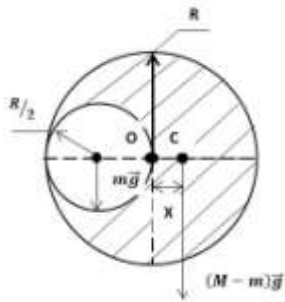
X – расстояние от точки O до центр тяжести пластины.

M – масса не вырезанного круга

$$M = \rho \cdot h \cdot S = \rho \cdot h \cdot \pi \cdot R^2 \quad (1)$$

$$m = \rho \cdot h \cdot \pi \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^2 \quad (2)$$

m – масса вырезанного круга



Из условия равновесия относительно точки O .

$$mg \cdot \frac{R}{2} - (M - m)g \cdot X = 0 \rightarrow X = \frac{m \cdot R}{2(M - m)} \quad (3)$$

и подставим (1) и (2) в (3) получаем

$$X = \frac{\rho \cdot h \cdot \pi \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^2 \cdot R}{2 \cdot \rho \cdot h \cdot \left(\pi R^2 - \pi \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^2\right)} = \frac{R^3}{8 \cdot \frac{3}{4} \cdot R^2} = \frac{R}{6} \rightarrow X = \frac{R}{6}$$

Задача № 5.

Однородный куб весит 100 Н. Какую горизонтальную силу надо приложить к верхней точке куба, чтобы его перевернуть?

Дано:

$$P = 100 \text{ Н}$$

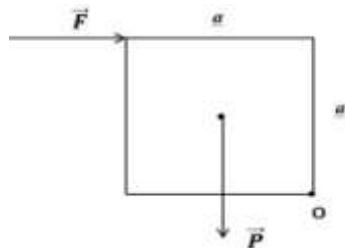
$$F = ?$$

Решение:

O – ось вращения

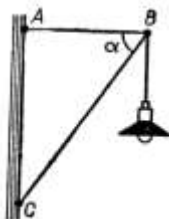
Из условия равновесия $\sum M_0 = 0$

$$-F \cdot a + P \cdot \frac{a}{2} = 0 \rightarrow F = \frac{P}{2} \rightarrow F = \frac{100}{2} = 50(\text{Н})$$

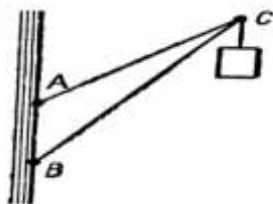


Задачи для самостоятельной работы.

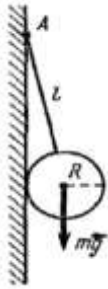
1. Найти силы, действующие на стержень AB и BC , если $\alpha = 60^\circ$, а масса лампы 3 кг.



2. Найти силы, действующие на подкос BC и тягу AC , если $AB=1,5\text{м}$, $AC=3\text{м}$, $BC=4\text{м}$, а масса груза 200 кг.



3. Доска массой 10 кг подперта на расстоянии $\frac{1}{4}$ ее длины. Какую силу, перпендикулярно доске, надо приложить к ее короткому концу, чтобы удержать доску в равновесии? (В этой задаче доска расположена горизонтально, а сила тяжести приложена к середине доски).
4. Рельсы длиной 10 м и массой 900 кг поднимают на двух параллельных тросах. Найти силу натяжения тросов, если один из них укреплен на конце рельса, а другой на расстоянии 1 м от другого конца.
5. К вертикальной гладкой стене в точке А на веревке длиной l подвешен шар весом P . Какова сила натяжения веревки и сила давления шара на стенку, если его радиус равен R ? Трением о стенку пренебречь.



6. Труба весом $1,2 \cdot 10^4 \text{ Н}$ лежит на земле. Какое усилие надо приложить, чтобы приподнять краном один из ее концов?
7. У стены стоит лестница. Коэффициент трения скольжения лестницы о стенку $k_1 = 0.4$, коэффициент трения лестницы о землю $k_2 = 0.5$. Центр тяжести лестницы находится на середине ее длины. Определить наименьший угол, который лестница может образовать с горизонтом, не соскальзывая.
8. Однородная тонкая пластинка радиусом R имеет форму круга, в котором вырезано круглое отверстие вдвое меньшего радиуса, касающееся края пластинки. Где находится центр тяжести?

Раздел 4. Законы сохранения в механике.

- Импульс тела – это величина равная произведению массы тела на его скорость $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$; \vec{p} – импульс.

Направление импульса совпадает с вектором скорости \vec{v} .

$$\text{СИ: } [p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = 1 \text{ Н} \cdot \text{с}$$

Если на тело действует постоянная сила $m\vec{a} = \vec{F}$, то

$$\frac{m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{\Delta t} = \vec{F} \rightarrow m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1) = \vec{F}\Delta t \rightarrow m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \vec{F}\Delta t \rightarrow$$

$$\vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F}\Delta t \rightarrow \underbrace{\Delta \vec{p}}_{\text{изменение импульса}} = \underbrace{\vec{F}\Delta t}_{\text{импульс силы}}$$

- Закон сохранения импульса:

Суммарный импульс замкнутой системы тел остается постоянным при любых взаимодействиях тел системы между собой.

$$\vec{p}_{\text{сист}} = \text{const} \text{ или } m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n = \text{const}$$

$$\text{или } \underbrace{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}_{\text{до взаимодействия}} = \underbrace{m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'}_{\text{после взаимодействия}}$$

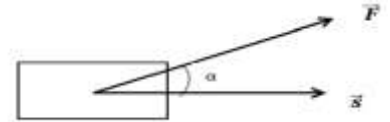
Используя закон сохранения импульса К. Э. Циолковский смог рассчитать скорость ракеты, в зависимости от скорости выброса газов реактивного двигателя.

$$v_p = \frac{m_{\text{газ}} \cdot v_{\text{газ}}}{m_p} - \text{формула Циолковского}$$

- Работа A – это мера действия силы, зависящая от ее модуля и направления, а также от точки приложения силы.

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha$$

$$\text{СИ: } [A] = 1 \text{ Дж (Джоуль)}$$



Работа силы тяжести не зависит от формы траектории, по которой движется тело, а зависит лишь от начального и конечного положения тела.

При перемещении тела по замкнутой траектории работа консервативных сил (например, силы тяжести) равна 0.

Работа силы трения отрицательна.

$$\text{Работа силы упругости } A = \frac{kx_0^2}{2} - \frac{kx^2}{2}.$$

- Энергия характеризует способность тел совершать работу.

Энергия, которой обладает, тело вследствие движения, называется кинетической $E_k = \frac{mv^2}{2}$.

Потенциальная энергия определяется взаимным расположением взаимодействующих тел или частей одного и того же тела. $E_{\text{п}} = mgh$

$$\text{Для упруго деформированного тела } E = \frac{1}{2} k \Delta l^2$$

Любая работа совершается только за счет изменения энергии.

$$A = \Delta E_k, A = -\Delta E_{\text{п}}$$

" - " показывает, что при совершении работы энергия убывает.

- Закон сохранения энергий:

В замкнутой консервативной системе полная механическая энергия сохраняется (не изменяется)

$$E = \text{const} \text{ или } E_{k_1} + E_{\text{п}_1} = E_{k_2} + E_{\text{п}_2} \text{ — полная энергия}$$

$$E = E_k + E_{\text{п}}.$$

- Мощность N – физическая величина, измеряемая отношением работы к промежутку времени, в течении которого она произведена.

$$N = \frac{A}{\Delta t} \rightarrow N = \frac{|\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha}{\Delta t} = |\vec{F}| \cdot |\vec{v}| \cdot \cos \alpha$$

$$\text{СИ: } [N] = 1 \text{ Вт (Ватт)}$$

Примеры решения задач.

Задача № 1.

Электровоз массой 180 т, движется со скоростью 0,5 м/с, и подвезжая к неподвижному вагону, продолжает движение вместе с ним. Какова масса вагона, если скорость локомотива уменьшилась до 0,4 м/с? Трением пренебречь.

Дано:	СИ
$m_1 = 180 \text{ т}$	$18 \cdot 10^3 \text{ кг}$
$v_1 = 0,5 \text{ м/с}$	
$v_2 = 0 \text{ м/с}$	
$v'_1 = v'_2 = v'$	
$m_2 = ?$	

Решение:

1. Выбираем направление оси X (обычно вдоль движения тела или одного из движущихся тел) и запишем закон сохранения импульса

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$



2. Спроектируем импульсы на эту ось, учтем, что $v_2 = 0$; и $v'_1 = v'_2 = v' \rightarrow$

$$m_1 v_1 = m_1 v' + m_2 v' \rightarrow m_2 = \frac{m_1(v_1 - v')}{v'} \rightarrow m_2 = \frac{18 \cdot 10^3(0,5 - 0,4)}{0,4}$$

$$= 45 \cdot 10^3 \text{ кг} = 45 \text{ т}$$

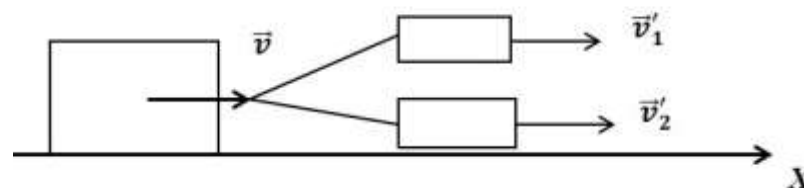
Задача № 2.

Снаряд, массой 40 кг, летящий горизонтально со скоростью 600 м/с, разрывается на две части с массами 30 и 10 кг. Большая часть продолжает двигаться в этом же направлении со скоростью 900 м/с. Определить величину и направление скорости меньшей части заряда.

Дано:	
$M = 40 \text{ кг}$	
$v = 600 \text{ м/с}$	
$m_1 = 30 \text{ кг}$	
$m_2 = 10 \text{ кг}$	
$v'_1 = 900 \text{ м/с}$	
$v'_2 = ?$	

Решение:

1. Выбираем направление оси X



2. Запишем закон сохранения импульса $M\vec{v} = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$. Допустим, что оба осколка летят в ту же сторону.

$$Mv = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \rightarrow v'_2 = \frac{Mv - m_1 v'_1}{m_2} \rightarrow v'_2 = \frac{40 \cdot 600 - 30 \cdot 900}{10}$$

$$= -300(\text{м/с})$$

" - " означает, что меньший осколок летит в сторону противоположную движению снаряда.

Задача № 3.

С судна, движущегося со скоростью $v_1 = 54 \text{ км/ч}$ стреляет пушка, в сторону противоположную движению судна, под углом 60° к горизонту. На сколько

изменилась скорость судна, если снаряд вылетел со скоростью $v_2 = 1 \text{ км/с}$, масса снаряда $m_2 = 50 \text{ кг}$, а масса судна $m_1 = 200 \text{ т}$?

Дано: $v_1 = 54 \text{ км/ч}$ $\angle \alpha = 60^\circ$ $v_2 = 1 \text{ км/с}$ $m_1 = 200 \text{ т}$ $m_2 = 50 \text{ кг}$	СИ: 15 м/с $1 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ $2 \cdot 10^5 \text{ кг}$
$\Delta v - ?$	



Решение:

$$\Delta v = v_1' - v_1$$

по закону сохранения импульса

$$\underbrace{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_1}_{\text{до выстрела}} = \underbrace{m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2}_{\text{после выстрела}}$$

или в проекциях на ось x

$$m_1 v_1 + m_2 v_1 = m_1 v_1' - m_2 v_2 \cdot \cos \alpha \rightarrow v_1' = \frac{m_1 v_1 + m_2 (v_1 + v_2 \cdot \cos \alpha)}{m_1} \rightarrow$$

$$\Delta v = \frac{m_1 v_1 + m_2 (v_1 + v_2 \cdot \cos \alpha)}{m_1} - v_1 \text{ приводим к общему знаменателю}$$

$$\Delta v = \frac{m_1 v_1 + m_2 (v_1 + v_2 \cdot \cos \alpha) - m_1 v_1}{m_1} \rightarrow \Delta v = \frac{m_2}{m_1} (v_1 + v_2 \cdot \cos \alpha) \rightarrow$$

$$\Delta v = \frac{50}{2 \cdot 10^5} (15 + 1 \cdot 10^3 \cdot 0,5) = 0,13 \text{ (м/с)}$$

Задача № 4.

В ракете массой 600 г содержится 350 г взрывчатого вещества. На какую высоту поднимется ракета, если мгновенная скорость выхода газов 300 м/с. Сопротивление воздуха уменьшает рассчитанную высоту в 6 раз.

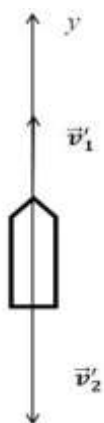
Дано: $M = 600 \text{ г}$ $m = 350 \text{ г}$ $v_2' = 300 \text{ м/с}$ $h = \frac{h_{\text{теор}}}{6}$ $g = 10 \text{ м/с}^2$	СИ: $0,6 \text{ кг}$ $0,35 \text{ кг}$
$h - ?$	

Решение:

$$\underbrace{M \vec{v}_1 + m \vec{v}_2}_{=0} = M \vec{v}_1' + m \vec{v}_2'$$

так как до сгорания взрывчатого вещества, ракета покоилась.

$$M v_1' - m v_2' = 0 \rightarrow v_1' = \frac{m v_2'}{M}$$



Высоту подъема определим формуле $v_1'^2 = v_{01}'^2 + 2gh$, учитывая $v_{01}' = 0 \rightarrow v_1'^2 = 2gh_{\text{теор}} \rightarrow h_{\text{теор}} = \frac{v_1'^2}{2g}; h_{\text{теор}} =$

$$\frac{(m v_2')^2}{2g \cdot M^2}; h_{\text{теор}} = \frac{m^2 v_2'^2}{2g \cdot M^2 \cdot 6}$$

$$h_{\text{теор}} = \frac{0,35^2 \cdot 300^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,6^2 \cdot 6} = 255 \text{ (м)}$$

Задача № 5.

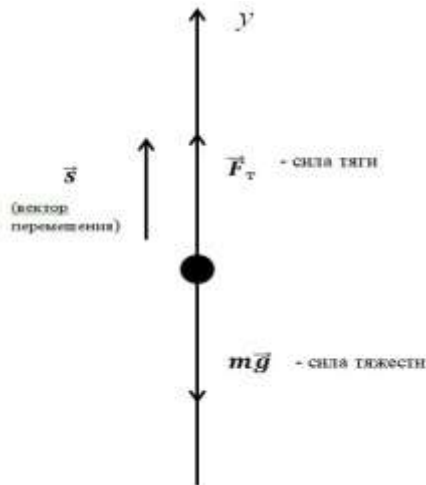
При вертикальном подъеме тела массой 2 кг на высоту 10 м совершена работа 240 Дж. С каким ускорением поднимали груз?

Дано:

$$\begin{array}{l} m = 2 \text{ кг} \\ A = 240 \text{ Дж} \\ h = 10 \text{ м} \\ g = 10 \text{ м/с}^2 \\ \hline a = ? \end{array}$$

Решение:

1. Изобразим силы, действующие на тело, выберем направление оси Y (тело поднимается вверх).



2. Запишем формулу для определения работы

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

F – сила, совершающая положительную работу.

$$F = F_T; s = h$$

3. По второму закону Ньютона

$$ma = F_T - mg \rightarrow F_T = ma + mg$$

$\angle \alpha = 0$, направление силы и перемещения совпадают $\cos 0^\circ = 1$

4. Подставим значение силы в формулу (1) $A = (ma + mg) \cdot h = mah + mgh$

и выражаем ускорение $a = \frac{A - mgh}{mh}$.

5. Подставим численные значения и вычислим ускорение

$$a = \frac{240 - 2 \cdot 10 \cdot 10}{2 \cdot 10} = 2 (\text{м/с}^2)$$

Задача № 6.

Резиновый шнур длиной 1 м под действием груза 10 Н удлиняется на 10 см. Найти работу силы упругости.

Дано:

$$\begin{array}{l} l = 1 \text{ м} \\ x_1 = 0 \\ x_2 = 10 \text{ см} \\ P = 10 \text{ Н} \\ \hline A = ? \end{array}$$

СИ:

$$0,1 \text{ м}$$

Решение:

1. Работа силы упругости равна изменению потенциальной энергии $A = -\Delta E_{\text{п}} = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right) \quad (1)$

2. Жесткость шнура определяется из закона

как $F_{\text{упр}} = -kx_2$

$$k = \frac{P}{x_2}$$

По третьему закону Ньютона $|F_{\text{упр}}| = |P| \rightarrow k = \frac{P}{x_2}$

3. Подставим значение k в формулу (1), учитывая, что $x_1 = 0 \rightarrow$

$$A = -\frac{kx_2^2}{2} = \frac{Px_2^2}{2x_2} = \frac{Px_2}{2} \rightarrow A = \frac{10 \cdot 0,1}{2} = 0,5 (\text{Дж})$$

Задача № 7.

На какую высоту за минуту может поднять 400 м^3 воды насос, развивающий полезную мощность 2000 кВт ?

Дано:	СИ:	Решение:
$t = 1 \text{ мин}$	60 с	1. Запишем формулу мощности $N = \frac{A}{t}$ (1)
$V = 400 \text{ м}^3$		2. Определяем работу $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$ так как
$\rho_{\text{воды}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$		$F = mg, s = h, \angle \alpha = 0 \rightarrow \cos 0^\circ = 1 \rightarrow$
$N = 2000 \text{ кВт}$	$2 \cdot 10^6 \text{ Вт}$	$A = mgh$
$h - ?$		

3. Подставим выражение работы в формулу (1) $N = \frac{mgh}{t}$

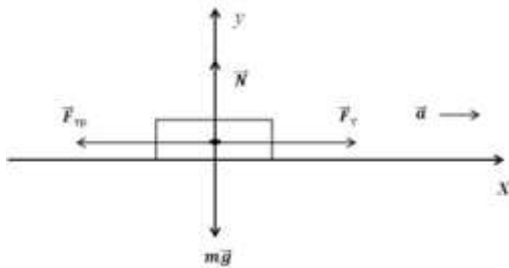
4. Выражаем высоту подъема и вычисляем ее, учитывая, что $m = \rho \cdot V \rightarrow$

$$h = \frac{N \cdot t}{mg} = \frac{N \cdot t}{\rho \cdot V \cdot g} \rightarrow h = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 60}{10^3 \cdot 400 \cdot 10} = 30 \text{ (м)}$$

Задача № 8.

Поезд массой 600 т за первую минуту прошел путь 360 м , двигаясь равноускоренно. Определить среднюю мощность локомотива, развиваемую на этом участке, если коэффициент сопротивления движению $0,005$.

Дано:	СИ:	Решение:
$m = 600 \text{ т}$	$6 \cdot 10^5 \text{ кг}$	1. Запишем формулу мощности $N = \frac{A}{t}$, где $A =$
$v_0 = 0$		$F_T \cdot s \cdot \cos \alpha, F_T$ – сила тяги поезда.
$t = 1 \text{ мин}$	60 с	2. Силу тяги определяем из второго закона
$s = 360 \text{ м}$		Ньютона (смотреть решение задач на законы
$\mu = 0,005$		Ньютона)
$N - ?$		



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

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось X и Y

$$X: ma_x = F_T - F_{Tp}$$

$$Y: ma_y = N - mg; a_y = 0; \rightarrow N = mg$$

$$\text{Так как } F_{Tp} = \mu N \rightarrow F_{Tp} = \mu mg$$

$$F_T = F_{Tp} + ma = \mu mg + ma = m(\mu g + a) \quad (2)$$

3. Ускорение определим, используя формулу перемещения тела при равноускоренном движении. $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$, учитывая, что $v_0 = 0 \rightarrow s = \frac{at^2}{2} \rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$ (3)

Подставим (3) в (2) $\rightarrow F_T = m(\mu g + \frac{2s}{t^2})$

4. Определим конечную формулу $N = \frac{A}{t} = \frac{m(\mu g + \frac{2s}{t^2}) \cdot s}{t} \rightarrow$

$$N = \frac{360 \cdot 6 \cdot 10^5 (0,005 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 360}{60^2})}{60} = 9 \cdot 10^5 \text{ Вт} = 900 \text{ (кВт)}$$

Задача № 9.

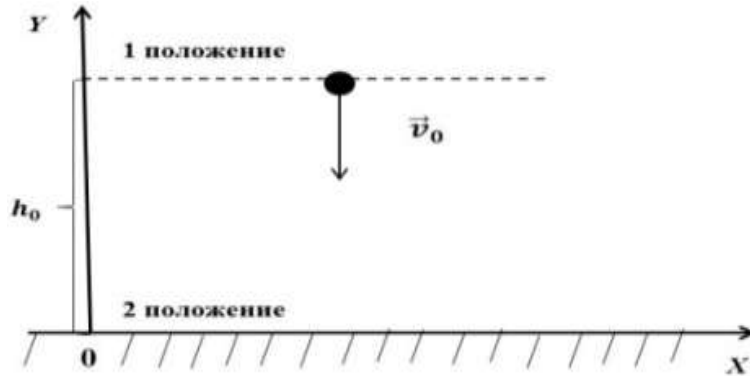
Тело брошенное вертикально вниз с высоты 75 м со скоростью 10 м/с, в момент удара о землю обладало кинетической энергией 1600 Дж. Определить массу тела и скорость тела в момент удара. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

$$\begin{aligned} h_0 &= 75 \text{ м} \\ v_0 &= 10 \text{ м/с} \\ h_2 &= 0 \\ E_{к2} &= 1600 \text{ Дж} \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ m &=? \\ v_2 &=? \end{aligned}$$

Решение:

1. Сделаем чертёж



2. По закону сохранения энергии

$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2} \text{ в момент удара } h = 0 \rightarrow E_{п2} = 0$$

$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} \quad (1)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = E_{к2} \quad (2); E_{к2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

3. Из уравнения (2) выражаем массу тела

$$m = \frac{2E_{к2}}{v_0^2 + 2gh_0} \rightarrow m = \frac{2 \cdot 1600}{100 + 2 \cdot 10 \cdot 75} = 2 \text{ (кг)}$$

4. Скорость находим из уравнения $\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv_2^2}{2} \rightarrow v_2^2 = v_0^2 + 2gh_0 \rightarrow$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 + 2gh_0} \rightarrow v_2 = \sqrt{10^2 + 2 \cdot 10 \cdot 75} = \sqrt{1600} = 40 \text{ (м/с)}$$

Задача № 10.

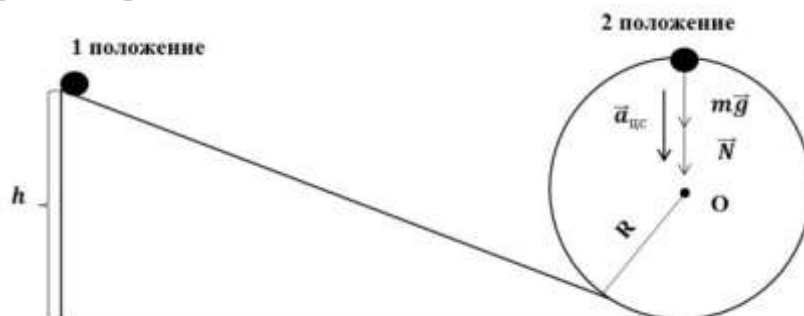
Шарик скользит по наклонному желобу, переходящему в вертикальную петлю радиусом 1 м. С какой высоты шарик должен начать движение, чтобы не оторваться от желоба в верхней его точке? Трением пренебречь.

Дано:

$$\begin{aligned} R &= 1 \text{ м} \\ v_0 &= 0 \\ g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ h &=? \end{aligned}$$

Решение:

1. Выполним рисунок. Изобразим силы, действующие на шарик в верхней части желоба.



2. Запишем закон сохранения энергии

$$E_{K_1} + E_{П_1} = E_{K_2} + E_{П_2}; E_{K_1} = 0 (v_0 = 0) \text{ поэтому } mgh = \frac{mv_2^2}{2} + 2Rmg \rightarrow$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g} + 2R(1)$$

3. Для определения скорости используем второй закон Ньютона для верхней точки желобат $\vec{a} = \sum \vec{F}$

$$ma = N + mg, \text{ учитывая, что } a = \frac{v^2}{R}, \text{ получаем } \frac{mv^2}{R} = N + mg, \text{ в момент отрыва } N = 0 \rightarrow \frac{mv^2}{R} = mg \rightarrow v^2 = Rg(2)$$

4. Находим высоту, подставив (2) в (1) $h = \frac{Rg}{2g} + 2R = 2,5R \rightarrow h = 2,5 \cdot 1 = 2,5(\text{м})$

Задача № 10.

На нити, длиной 2 м висит ящик с песком массой 2 кг. Пуля, летящая горизонтально, попадает в ящик и застревает в нем, при этом нить с ящиком отклоняется на 30° . Определить скорость пули, если ее масса 10 г. Ящик считать материальной точкой, сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

$$m_1 = 10 \text{ г}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$\angle \alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

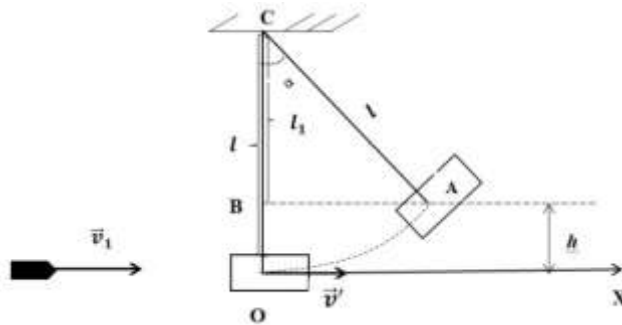
$$v_1 = ?$$

СИ:

$$0,01 \text{ кг}$$

Решение:

1. Выполнить рисунок, выбрать направление оси X



2. Запишем закон сохранения импульса в проекциях на ось X

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$ учитывая, что $v_2 = 0$, до попадания пули ящик покоился. $v_1' = v_2' = v'$ - после попадания пули, ящик и пуля движутся вместе, как одно тело.

$$X: m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v' \rightarrow v_1 = \frac{(m_1 + m_2) v'}{m_1} (1)$$

3. Скорость v' определим, пользуясь законом сохранения, рассмотрев момент сразу после попадания пули (точка O) и момент когда ящик с пулей поднялся на максимальную высоту (точка A). $E_K = E_{П}; \frac{(m_1 + m_2) v'^2}{2} = (m_1 + m_2) gh \rightarrow v'^2 = 2gh$

4. Значение h найдем из ΔABC

$$h = l - l_1; l_1 = l \cdot \cos \alpha \rightarrow h = l - l \cdot \cos \alpha$$

$$v'^2 = 2gl(1 - \cos \alpha) (2)$$

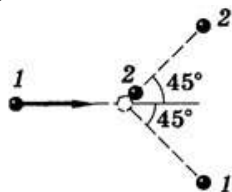
5. Подставим (2) в (1) и вычислим численное значение скорости пули.

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \cdot \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}, \text{ так как } \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,866 \rightarrow$$

$$v_1 = \frac{0,01 + 2}{0,01} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot (1 - \cos 30^\circ)} = 458 \text{ (м/с)}$$

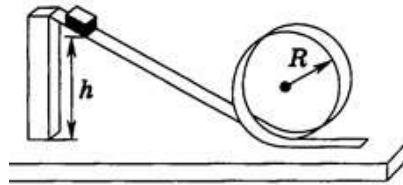
Задачи для самостоятельной работы.

1. Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/с, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости и перпендикуляром к плоскости) равен 60° . Найти изменение импульса мяча, если удар абсолютно упругий, а угол отражения равен углу падения.
2. Два неупругих тела, массы которых 2 и 6 кг, движутся навстречу друг к другу со скоростями 2 м/с каждое. С какой скоростью и в каком направлении будет двигаться эти тела после удара?
3. На вагонетку массой 50 кг, катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?
4. С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 1 м/с, ныряет мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость лодки после прыжка мальчика, если он прыгнет:
 - а. с кормы со скоростью 4 м/с;
 - б. с носа со скоростью 2 м/с;
 - в. с носа со скоростью 6 м/с.
5. Бильярдный шар 1, движущийся со скоростью 10 м/с, ударился о покоящийся шар 2 такой же массы. После удара шары разошлись так, как показано на рисунке. Найти скорость шаров после удара.



6. Автомобиль массой 10 т движется под углом по дороге, составляющей с горизонтом угол, равен 4° . Найти работу силы тяжести на пути 100 м.
7. Шарик массой 100 г, подвешенный на нити длиной 40 см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия шарика, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол 60° ?
8. На балкон, расположенный на высоте 6 м, бросили с поверхности земли предмет массой 200 г. Во время полета он достиг максимальной высоты 8 м от поверхности земли. Определите работу силы тяжести при полете предмета вверх, вниз и на всем пути. Найти результирующее изменение потенциальной энергии.
9. Жесткость пружины динамометра, рассчитанного на 40 Н, равна 500 Н/м. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?
10. Каковы значения потенциальной и кинетической энергии стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/с вертикально вверх, через 2 с после начала движения?

11. С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вертикально вниз мяч с высоты h , чтобы он после удара о землю подпрыгнул относительно начального уровня на высоту: а) $\Delta h = 10$ см; б) $\Delta h = h$? Считать удар абсолютно упругим.
12. Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных колебаниях шнур не оборвался? Максимальная сила натяжения, которую выдерживает шнур не обрываясь, равна 500 Н.
13. В школьном опыте с «мертвой петлей» брусок массой m отпущен с высоты $h = 3R$ (R – радиус петли).



С какой силой давит брусок на опору в нижней и верхней точках петли?

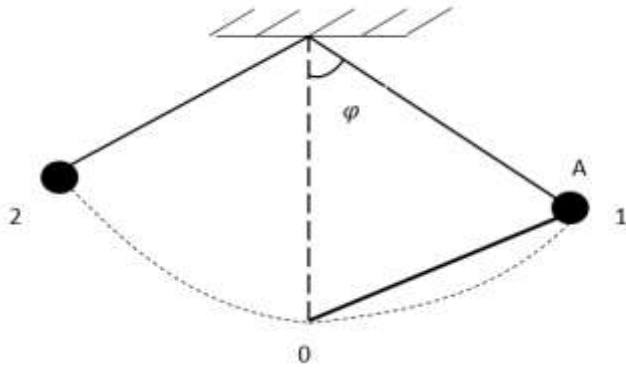
14. Автомобиль массой 2 т затормозил и остановился, пройдя путь 50 м. Найти работу силы трения и изменение кинетической энергии автомобиля, если дорога горизонтальна, а коэффициент трения равен 0,4.
15. Бензовоз массой 5 т подходит к подъему длиной 200 м и высотой 4 м со скоростью 15 м/с. В конце подъема его скорость уменьшилась до 5 м/с. Коэффициент сопротивления равен 0,09. Найти: а) изменение потенциальной энергии бензовоза; б) изменение кинетической энергии; в) работу силы сопротивления; г) работу силы тяги; д) силу тяги бензовоза.
16. Пуля массой 9,6 г вылетает из ствола пулемета со скоростью 825 м/с. Через 100 м скорость пули уменьшается до 746 м/с, а через 200 м – до 675 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха на первых и вторых ста метрах пути.
17. Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они развили скорость 10 м/с, а начальная скорость равна нулю?
18. Найти среднюю полезную мощность при разбеге самолета, предназначенного для работ в сельском и лесном хозяйстве. Масса самолета 1 т, длина разбега 300 м, взлетная скорость 30 м/с, коэффициент сопротивления 0,03.
19. Какую наименьшую работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона 30° на высоте 2 м втащить груз, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением? Масса груза 400 кг, коэффициент трения 0,3. Каков при этом КПД?
20. Найти КПД наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при движении по ней тела равен 0,1.

Раздел 5. Механические колебания и волны.

- Механические колебания – это движения, повторяющиеся во времени.

Рассмотрим колебания на примере пружинного и нитяного (математического) маятников.

Математическим маятником называется материальная точка, подвешенная на тонкой невесомой и нерастяжимой нити.



Основными характеристиками колебательного движения являются:

Амплитуда (A, X_0) – максимальное отклонение от положения равновесия;

(OA) период T – время одного полного колебания;

Частота ν – количество колебаний в единицу времени;

Фаза колебаний φ – показывает, какая доля периода прошла с момента начала колебаний;

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

Циклическая или круговая частота ω

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

СИ: $[\nu] = 1\text{Гц}$ (Герц); $T = 1\text{с} = 1\text{секунда}$

- Гармонические колебания – это колебания при которых физические величины меняются во времени по закону синуса или косуса
 $X(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$, где
 φ_0 – начальная фаза
 $\omega t + \varphi_0 = \varphi$ – полная фаза.
- В процессе колебаний происходит переход потенциальной энергии в кинетическую и наоборот.

Для упруго колеблющегося тела: $E_k = \frac{kx^2}{2}$,

Для математического маятника: $E_{\text{п}} = mgh$

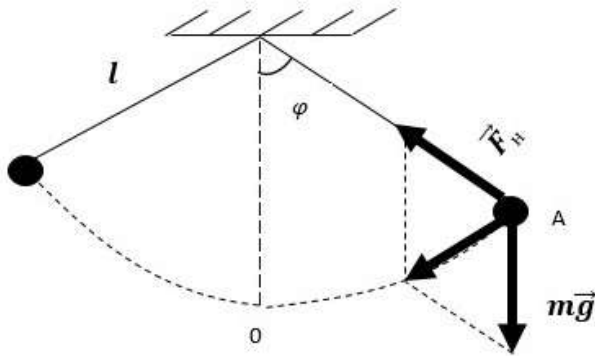
В любом случае $E_k = E_{\text{п}} = \frac{mv_0^2}{2}$, v_0 – скорость колеблющегося тела в положении равновесия.

- Свободные колебания (или собственные колебания) – это колебания, совершаемые колебательной системой только за счет первоначального запаса энергии, при отсутствии внешних воздействий.

Все свободные колебания являются затухающими.

Условия возникновения колебаний:

1. Наличие силы, возвращающей тело в положение равновесия.
2. Отсутствие трения в системе.



- Динамика свободных колебаний.

Используя второй закон Ньютона, можно записать:

$$a = x'' = -\frac{k}{m}x \quad (F = ma = -kx) \quad \text{— для пружинного маятника}$$

$$a = \frac{g}{l}s \quad \text{— для математического маятника, } s \text{ — длина дуги } OA$$

$$x = \cos \omega_0 t \text{ (или } \sin \omega_0 t) \quad v = x'; \quad a = x''$$

для пружинного маятника:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

для математического маятника

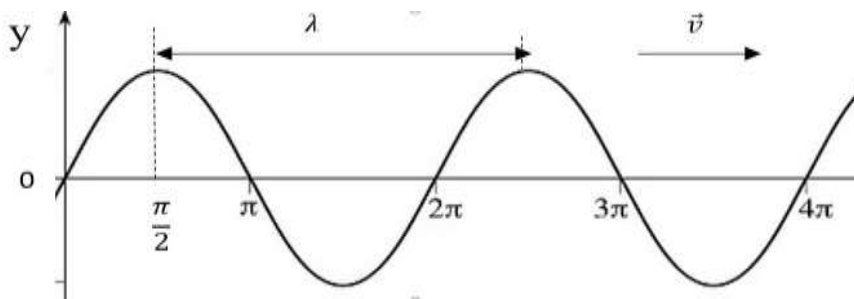
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Колебания, происходящие под действием внешней периодически изменяющейся силы, называются вынужденными.
- Резонанс – это резкое возрастание амплитуды до максимального значения, при условии, что частота вынуждающей силы ω равна частоте собственных колебаний системы ω_0 .
- Волна – это распространения колебаний в упругой среде (твердом теле, жидкости, газе)

Продольная волна – частицы среды колеблются вдоль распространения волны.

Поперечная волна - частицы среды колеблются поперек распространения волны.

Плоская волна – это волна, у которой направление распространения одинаково во всех точках пространства.



- Длина волны – это расстояние, на которое распространяется волна за время равное периоду колебаний в ней.

$$\lambda = v \cdot T; \lambda - \text{длина волны. Учитывая, что } T = \frac{1}{\nu} \rightarrow v = \lambda \cdot \nu$$

- Звук – это механическая волна скорость звука в воздухе $v \approx 330$ м/с. Громкость звука определяется амплитудой колебаний. Высота звука – частота колебаний.

Примеры решения задач.

Задача № 1.

Координата колеблющегося тела измеряется по закону $x = 5 \cos \pi t$. Чему равна амплитуда, период и частота колебаний, если формуле все величины выражены в единицах СИ?

Дано:

$$x = 5 \cos \pi t$$

A –?

T –?

ν –?

Решение:

Сопоставим данные уравнения с законом гармонического колебания

$$x = A \cos \frac{2\pi}{T} t \quad \left| \begin{array}{l} \text{отсюда } A=5(\text{м}) \text{ под знаком косинуса} \\ \frac{2\pi}{T} = \pi \rightarrow \\ x = 5 \cos \pi t \end{array} \right.$$

$$T = \frac{2\pi}{\pi} = 2(\text{с}), \text{ так как } \nu = \frac{1}{T} \rightarrow \nu = \frac{1}{2} = 0,5 (\text{Гц})$$

Ответ: $A=5(\text{м}), T = 2(\text{с}), \nu = 0,5 (\text{Гц})$

Задача № 2.

Написать закон гармонического колебания груза на пружине, если амплитуда колебаний 80 см, а частота 0,5 Гц

Дано:

$$A = 80 \text{ см}$$

$$\nu = 0,5 \text{ Гц}$$

$x(t)$ –?

СИ:

$$0,8 \text{ м}$$

Решение:

1. Запишем закон гармонического колебания

$$x = A \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (1)$$

2. Определим период колебания

$$T = \frac{1}{\nu} \rightarrow T = \frac{1}{0,5} = 2(\text{с})$$

3. Подставим значения амплитуды и периода в формулу (1)

$$x = 0,8 \cos \frac{2\pi}{2} t \rightarrow x = 0,8 \cos \pi t$$

Ответ: $x(t) = 0,8 \cos \pi t$

Задача №3.

Какова длина математического маятника, совершающего гармонические колебания с частотой 0,5 Гц на поверхности Луны? Ускорение свободного падения на поверхности Луны примерно в 6 раз меньше, чем на Земле.

Дано:

$$\nu = 0,5 \text{ Гц}$$

$$g_{\text{л}} = \frac{g}{6}$$

A —?

T —?

Решение:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_{\text{л}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{6\ell}{g}}. \text{ Возведем обе части уравнения в квадрат}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 6\ell}{g} \rightarrow \ell = \frac{T^2 g}{4\pi^2 6} \text{ учитывая, что } T = \frac{1}{\nu},$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2 \text{ получаем } \ell = \frac{g}{24\pi^2 \nu^2} \rightarrow \ell = \frac{10}{24 \cdot 0,5^2 \cdot 3,14^2} \approx 0,16 \text{ м}$$

Задача №4.

Груз массой 400 г совершает колебания на пружине с жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найдите полную энергию колебаний и наибольшую скорость движения груза.

Дано:

$$k = 250 \text{ Н/м}$$

$$m = 400 \text{ г}$$

$$A = 15 \text{ см}$$

E —?

v_{max} —?

СИ:

$$0,4 \text{ кг}$$

$$0,15 \text{ м}$$

Решение:

1. Запишем уравнение для полной механической энергии $E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$
2. Рассмотрим момент наибольшего отклонения груза от положения равновесия

$$x = A; E = E_{\text{п}} = \frac{kA^2}{2} \rightarrow E = \frac{250 \cdot 0,15^2}{2} = 2,8 \text{ (Дж)}$$

3. При прохождении телом положения равновесия: $E = E_{\text{к}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} \rightarrow v_{\text{max}} =$

$$\sqrt{\frac{2E}{m}} v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,8}{0,4}} \approx 3,7 \text{ (м/с)}$$

Задача №5.

Два маятника одновременно отклонены и отпущены. За одно и тоже время первый маятник совершил 15 колебаний, второй - 10. Определить длину второго маятника, если длина первого 2 м.

Дано:

$$\ell_1 = 2 \text{ м}$$

$$n_1 = 15$$

$$n_2 = 10$$

ℓ_2 —?

Решение:

1. Запишем формулу периода колебаний для каждого маятника

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_1}{g}}; T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_2}{g}}$$

$$\text{по условию } t_1 = t_2 = t \rightarrow T_1 = \frac{t}{n_1} \text{ (1)}; T_2 = \frac{t}{n_2} \text{ (2)}$$

2. Подставляем вместо T_1 и T_2 их значения из (1) и (2)

$\frac{t}{n_1} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_1}{g}}; \frac{t}{n_2} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell_2}{g}}$ из обоих уравнений выразим t и приравняем правые части.

$$t = n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{\ell_1}{g}}; t = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{\ell_2}{g}} \rightarrow n_1 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{\ell_1}{g}} = n_2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{\ell_2}{g}} \rightarrow n_1 \cdot \sqrt{\ell_1} = n_2 \cdot \sqrt{\ell_2}$$

$$\text{Возведем в квадрат } n_1^2 \cdot \ell_1 = n_2^2 \cdot \ell_2 \rightarrow \ell_2 = \frac{n_1^2 \cdot \ell_1}{n_2^2} \rightarrow \ell_2 = \frac{15^2 \cdot 2}{10^2} = 4,5(\text{м})$$

Задача №6.

Груз массой 0,2 кг колеблется на пружине с жесткостью $\sqrt{2}$ Н/м с амплитудой 2 м. Каково ускорение груза в момент времени $t = \frac{T}{8}$ от начала колебаний?

Дано:

$$k = \sqrt{2} \text{ Н/м}$$

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$A = 2 \text{ м}$$

$$t = \frac{T}{8}$$

$$a = ?$$

Решение:

1. Запишем уравнение координаты груза, колеблющегося на пружине $x = A \cos \frac{2\pi}{T} t$ (1)

2. По второму закону Ньютона $ma = F_{\text{упр}}$ (2) по закону Гука $F_{\text{упр}} = -kx$ (3)

3. Подставим (3) в (2) $ma = -kx$ и выразим ускорение

$$a = \frac{-kx}{m} \quad (4)$$

4. Подставим (1) в (4), получаем $a = \frac{-k}{m} A \cos \frac{2\pi}{T} t$

$$a = \frac{-\sqrt{2}}{0,2} \cdot 2 \cdot \cos \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{8} = \frac{-\sqrt{2}}{0,2} \cdot 2 \cdot \cos \frac{\pi}{4} = \frac{-\sqrt{2}}{0,1} \cdot \frac{-\sqrt{2}}{2} = -10(\text{м/с}^2)$$

Задача №7.

Мальчик несет на коромысле ведро с водой, период собственных колебаний которых 1,6 с. При какой скорости движения мальчика вода начинает особенно сильно выплескиваться, если длина его шагов 60 см.

Дано:

$$T = 1,6 \text{ с}$$

$$\ell = 60 \text{ см}$$

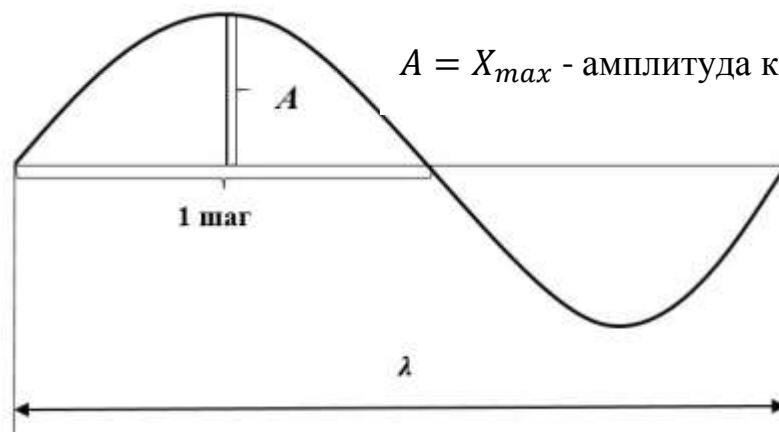
$$v = ?$$

СИ:

$$0,6 \text{ м}$$

Решение:

$A = X_{\text{max}}$ - амплитуда колебания



За один шаг колебания молекул воды вырастают от 0 до max , и убывает от max до 0, что соответствует половине волны, отсюда следует, что $\lambda = 2\ell$.

$$\text{Так как } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2\ell}{T} \rightarrow v = \frac{2 \cdot 0,6}{1,6} = 0,75(\text{м/с})$$

Задача №8.

Какова длина волны на воде, если при скорости распространения волны 2,4 м/с плавающее на воде тело совершает 20 колебаний за 10 с?

Дано:

$v = 2,4 \text{ м/с}$

$N = 20$

$t = 10 \text{ с}$

$\lambda - ?$

Решение:

Длину волны определяем по формуле $\lambda = v \cdot T$

учитывая, что $T = \frac{t}{N}$, получаем $\lambda = \frac{v \cdot t}{N} \rightarrow \lambda = \frac{2,4 \cdot 10}{20} = 1,2 \text{ (м)}$

Задача №9.

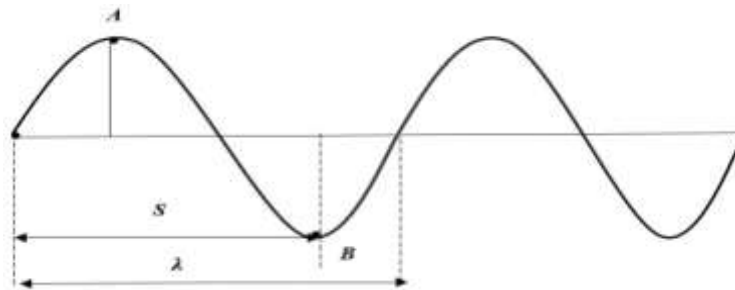
Скорость звука в воде 1450 м/с. На каком расстоянии находятся ближайшие точки, совершающие колебания в противоположных фазах, если частота колебаний 725 Гц?

Дано:

$v = 1450 \text{ м/с}$

$\nu = 725 \text{ Гц}$

$S - ?$

Решение:

Изобразим волну, расстояние между ближайшими точками, колеблющимися в противоположных фазах (точки А и В) равно половине длины, т.е.

$$S = \frac{\lambda}{2}, \text{ так как } \lambda = \frac{v}{\nu} \rightarrow S = \frac{v}{2 \cdot \nu} = \frac{1450}{2 \cdot 725} = 1 \text{ (м)}$$

Задача №10.

Звук взрыва, произведенного в воде, по воде дошел до приборов на 45 с раньше, чем по воздуху. На каком расстоянии от приборов произошел взрыв?

Дано:

$\Delta t = 10 \text{ с}$

$v_{\text{возд}} = 340 \text{ м/с}$

$v_{\text{вода}} = 1400 \text{ м/с}$

$S - ?$

Решение:

Значение скорости звука в воде и в воздухе определяем по таблице. Звук в воде и в воздухе распространяется равномерно (вода и воздух – однородные среды). Поэтому расстояние от места взрыва до приборов.

$$(1) S = v_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}} - \text{относительно воды}$$

$$(2) S = v_{\text{воз}} \cdot t_{\text{воз}} - \text{относительно воздуха}$$

Звук достиг приборов по воздуху позже, чем по воде, поэтому $\Delta t = t_{\text{воз}} - t_{\text{в}}$

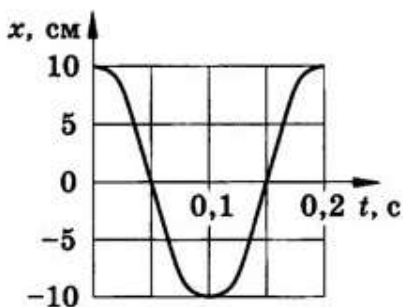
Из формул (1) и (2) выразим время $t_{\text{в}} = \frac{S}{v_{\text{в}}}$;

$$t_{\text{воз}} = \frac{S}{v_{\text{воз}}} \rightarrow \Delta t = \frac{S}{v_{\text{воз}}} - \frac{S}{v_{\text{в}}} = S \left(\frac{v_{\text{в}} - v_{\text{воз}}}{v_{\text{в}} \cdot v_{\text{воз}}} \right) \rightarrow$$

$$S = \frac{\Delta t \cdot v_{\text{в}} \cdot v_{\text{воз}}}{v_{\text{в}} - v_{\text{воз}}}; S = \frac{10 \cdot 1400 \cdot 340}{1400 - 340} = 20208 \text{ (м)} = 20,2 \text{ (км)}$$

Задачи для самостоятельной работы.

1. На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закреплённый на пружине жёсткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с?
2. Какова масса груза, колеблющегося на пружине жёсткостью 0,5 кН/м, если при амплитуде колебаний 6 см он имеет максимальную скорость 3 м/с?
3. Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить гирю массой 100 г, то частота колебаний уменьшится в 1,41 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?
4. Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жёсткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найти полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения груза.
5. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершает 10, а второй 30 колебаний?
6. Какое значение ускорения свободного падения получил ученик при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 1 минуту 34 колебания?
7. За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а другой 30. Найти их длины, если один из маятников на 32 см короче другого.
8. По графику, приведённому на рисунке, найти амплитуду, период и частоту колебаний.



9. По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3 м?
10. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн 1,2 м. Какова скорость распространения волн?
11. На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжёлый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними гребнями волн 0,5 м, а за 5 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?
12. На поверхности воды распространяется волна со скоростью 2,4 м/с при частоте колебаний 2 Гц. Какова разность фаз в точках, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 10, 60, 90, 120 и 140 см?

13. Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м, а для самого высокого женского голоса 25 см. Найти частоты колебаний этих голосов.
14. Мотоциклист, движущийся по прямолинейному участку дороги, увидел, как человек, стоящий у дороги, ударил стержнем по висящему рельсу, а через 2 с услышал звук. С какой скоростью двигался мотоциклист, если он проехал мимо человека через 36 с после начала наблюдения?
15. При измерении глубины моря под кораблём при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приёма ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблём?

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ивановский государственный политехнический
университет»

Колледж ИВГПУ

ХИМИЯ

**Методические указания к выполнению лабораторных работ
для обучающихся всех специальностей**

Иваново 2018

Составители: Г. Л. Кокурина, М. Д. Чекунова

УДК 54(076)

Химия: Методические указания к выполнению лабораторных работ для обучающихся всех специальностей / Иван. гос. политехн. ун-т.; Сост.: Г. Л. Кокурина, М. Д. Чекунова. – Иваново, 2018. – 36 с.

Методические указания содержат теоретическое объяснение, рекомендации для проведения и оформления лабораторных работ по курсу химии, а также рекомендуемый библиографический список.

Методические указания предназначены для обучающихся всех специальностей дневного и заочного обучения.

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

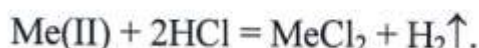
При работе в лаборатории необходимо выполнять следующие правила:

1. Рабочее место содержать в чистоте и в порядке. Не класть на рабочее место посторонние предметы.
2. Следить за тем, чтобы не загрязнялись реактивы.
3. Не выбрасывать мусор в водопроводные раковины. Концентрированные растворы кислот, щелочей в раковину не выливать.
4. Экономно расходовать электроэнергию и дистиллированную воду.
5. При употреблении концентрированных кислот, щелочей, ядовитых веществ, соблюдать правила техники безопасности.
6. Все реакции, сопровождающиеся выделением дыма или газов с неприятным запахом проводить под тягой.
7. Перед выполнением каждого опыта внимательно ознакомиться с его описанием.
8. Перед применением реактива внимательно читать этикетку на склянке.
9. Для опыта брать минимальные количества вещества и реактивов.
10. Не выполнять опытов, не предусмотренных планом занятия.
11. После окончания работы мыть посуду и приводить в порядок рабочее место.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТА МЕТАЛЛА

Объяснение опыта

Определение эквивалента металла основано на измерении объема водорода, который выделяется при реакции металла с кислотой:



В соответствии с законом эквивалентов:

$$n_{\text{Me(II)}} = n_{\text{H}_2}, \quad (1.1)$$

где $n_{\text{Me(II)}}$ - количество эквивалентов металла;

n_{H_2} - количество эквивалентов водорода

или

$$\frac{m_{\text{Me(II)}}}{M_{\text{Э(оп)}}} = \frac{V_{\text{H}_2}^0}{V_{\text{Э(H}_2)}^0}, \quad (1.2)$$

где m - масса металла, г;

$M_{\text{Э(оп)}}$ - эквивалентная масса металла, определенная из опыта, г/моль;

$V_{\text{H}_2}^0$ - объем выделившегося водорода, приведенного к нормальным условиям, мл;

$V_{\text{Э(H}_2)}^0$ - эквивалентный объем водорода при нормальных условиях, 11200 мл.

Реакцию проводят в приборе - эвдиометре (рис. 1.1). Он состоит из двух сообщающихся бюреток, в которые залита вода. Одна бюретка 1, называемая измерительной, соединена с двухколенной пробиркой 3 (пробиркой Оствальда) с помощью газоотводной трубки 4. Другая бюретка 2 - вспомогательная. Обе бюретки передвигаются относительно друг друга по вертикали.

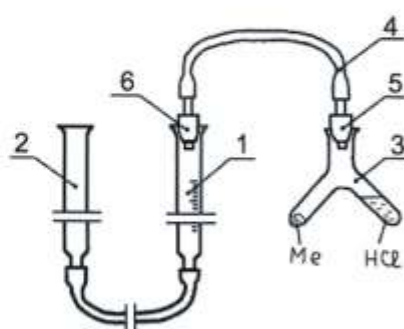


Рис. 1.1. Схема эвдиометра

Проведение опыта

Перед началом работы необходимо убедиться в герметичности прибора. Закрепите бюретки в штативе так, чтобы их можно было свободно передвигать по вертикали, т. е. их передвижению не мешала бы плоскость стола. Нулевая отметка в измерительной бюретке 1 должна быть на уровне глаз.

На пробирку 5 газоотводной трубки 4 плотно наденьте сухую реакционную пробирку 3. Опустите вспомогательную бюретку 2 вниз на 15-20 см. В измерительной бюретке 1 создается вакуум, который должен сохраняться. Если уровень воды в бюретке со временем остается неизменным, то прибор герметичен. Если уровень воды в бюретке 1 будет снижаться, то прибор не герметичен. В этом случае необходимо плотнее вставить пробирку 6 газоотводной трубки 4 в бюретку 1 и плотнее надеть пробирку 3 на пробку 5.

ВНИМАНИЕ! Нельзя работать на негерметичном приборе. При работе со стеклом соблюдайте осторожность, учитывая хрупкость стекла.

Убедившись в герметичности прибора, снимите пробирку 3 и установите бюретку 1 так, чтобы уровень воды находился вблизи нулевой отметки. Отсчет уровня ведите по нижнему мениску (рис. 1.2).

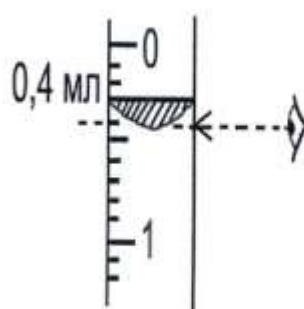


Рис. 1.2. Определение уровня жидкости

Затем в одно колено реакционной пробирки 3 поместите кусочек металла. Массу металла, указанную на бумажке, в которую он был завернут, запишите в табл. 1.1.

В другое колено пробирки 3 налейте раствор соляной кислоты до трети объема. Плотно наденьте пробирку 3 на пробку 5 газоотводной трубки.

Снова проверьте прибор на герметичность. Если прибор герметичен, то показания уровня воды (V_1) в измерительной бюретке запишите в таблицу.

Поднятием пробирки 3 перелейте кислоту в колено с металлом. Выделяющийся водород вытеснит воду из бюретки 1 в бюретку 2. После прекращения реакции (прекращения выделения водорода), выждите 3-5 минут, чтобы содержимое реакционной пробирки охладилось до комнатной температуры.

Затем вспомогательную бюретку 2 опустите так, чтобы уровни воды в обеих бюретках находились на одной высоте. При равных уровнях воды внутри прибора создается атмосферное давление.

В таком положении бюреток замерьте уровень воды (V_2) в измерительной бюретке 1 и запишите в табл. 1.1.

Вычисления:

1. Определение парциального давления водорода, P_{H_2} .

Водяной пар в воздухе обладает заметным парциальным давлением. Чтобы определить парциальное давление водорода P_{H_2} , необходимо исключить давление насыщенных паров воды P_{H_2O} , которое находится по таблице 1.2 при соответствующей температуре опыта.

$$P_{H_2} = P - P_{H_2O}. \quad (1.3)$$

Таблица 1.1

Экспериментальные и расчетные данные

Номера данных	Измеряемая величина	Символ	Размерность	Численное значение
1	Масса металла	m	г	
2	Уровень воды в бюретке 1 до начала опыта	V_1	мл	
3	Уровень воды в бюретке 1 после окончания опыта	V_2	мл	
4	Объем выделившегося водорода	$V_{H_2} = V_2 - V_1$	мл	
5	Объем выделившегося водорода, приведенного к нормальным условиям	$V_{H_2}^0$	мл	
6	Температура опыта	T	К	
7	Атмосферное давление	P	Па	
8	Давление насыщенного водяного пара	P_{H_2O}	Па	
9	Давление водорода в бюретке 1	P_{H_2}	Па	
10	Эквивалентная масса металла, найденная из опыта	$M_{Э(оп)}$	г/моль	
11	Теоретическая эквивалентная масса металла	$M_{Э(теор)}$	г/моль	
12	Относительная ошибка опыта (погрешность опыта)	П	%	

Таблица 1.2

Давление насыщенного водяного пара

Температура, °С	Давление		Температура, °С	Давление	
	кПа	мм рт. ст.		кПа	мм рт. ст.
13	1,49	11,2	22	2,64	19,8
14	1,58	12	23	2,81	21,1
15	1,68	12,8	24	2,99	22,4
16	1,81	13,6	25	3,17	23,8
17	1,93	14,5	26	3,36	25,2
18	2,07	15,5	27	3,56	26,7
19	2,20	16,5	28	3,75	28,1
20	2,33	17,5	29	3,97	29,8
21	2,49	18,7	30	4,21	31,6

2. Приведение объема выделившегося водорода к нормальным условиям (н. у.), используя уравнение Клапейрона:

$$\frac{V_{\text{H}_2}^0 \cdot P_0}{T_0} = \frac{V_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{H}_2}}{T}, \quad (1.4)$$

где $V_{\text{H}_2}^0$ - объем выделившегося водорода, приведенный к нормальным условиям;

P_0 - нормальное давление, 101325 Па или 760 мм рт. ст.;

T_0 - нормальная температура, 273 К или 0° С.

$$V_{\text{H}_2}^0 = \frac{V_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{H}_2} \cdot T_0}{P_0 \cdot T}. \quad (1.5)$$

3. Вычисление эквивалентной массы металла.

Из формулы (1.2) следует:

$$M_{\text{Э(оп)}} = \frac{m \cdot 11200}{V_{\text{H}_2}^0}. \quad (1.6)$$

4. Определение вида металла.

По найденному значению $M_{\text{Э(оп)}}$ определите приблизительно молярную массу атомов двухвалентного металла $M(\text{Me})_{\text{прибл}}$.

$$M(\text{Me})_{\text{прибл}} = M_{\text{Э(оп)}} \cdot V, \quad (1.7)$$

где V - валентность металла.

По периодической таблице элементов Д. И. Менделеева определите, какой металл используется в опыте. Найдите относительную атомную массу этого элемента $A_r(\text{Me})$. Она близка к молярной массе атомов $M(\text{Me})_{\text{прибл}}$.

Рассчитайте точное (теоретическое) значение эквивалентной массы металла:

$$M_{\text{Э(теор)}} = \frac{M(\text{Me})}{V}, \quad (1.8)$$

где $M(\text{Me})$ - молярная масса металла, равная относительной атомной массе $A_r(\text{Me})$;

V - валентность, равная двум.

5. Расчет погрешности опыта (относительная ошибка опыта).

$$\Pi = \pm \frac{M_{\text{Э(теор)}} - M_{\text{Э(оп)}}}{M_{\text{Э(теор)}}} \cdot 100\%. \quad (1.9)$$

Сделайте вывод о результатах опыта.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Объяснение опыта

КОНЦЕНТРАЦИЯ является количественной характеристикой раствора, показывает содержание растворенного вещества в определенном массе или в определенном объеме раствора или растворителя.

Способы выражения концентрации:

ПРОЦЕНТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ПО МАССЕ (С%) - число единиц массы растворенного вещества, содержащихся в 100 единицах массы раствора.

МОЛЯЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ – число молей растворенного вещества, приходящихся на 1 кг растворителя $\left(C_m - \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{КГ}} \right)$.

МОЛЯРНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ – число молей растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора $\left(C_M - \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \right)$.

МОЛЯРНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЭКВИВАЛЕНТА (НОРМАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ) – число молярных масс эквивалента растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора $\left(C_H - \frac{\text{МОЛЬ - ЭКВ}}{\text{Л}}, \frac{\text{Г - ЭКВ}}{\text{Л}} \right)$.

Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) численно равна грамм-эквиваленту вещества по старой терминологии.

Вместо обозначения единицы измерения моль/л, моль-экв/л допускаются сокращения «М», «Н» (0.1 М р-р HCl, 0.2 Н р-р Na₂CO₃).

ТИТР – количество граммов растворенного вещества в 1 мл раствора $\left(T - \frac{\text{Г}}{\text{МЛ}} \right)$.

Пример расчета

Выполнению практической части работы предшествуют расчеты, в соответствии с полученным заданием, следующего типа:

Задание: приготовить 50 мл 8% -ного раствора CuSO_4 ($\rho=1.084$ г/см³) из 10% - ного раствора CuSO_4 ($\rho=1.107$ г/см³) и воды. Рассчитать $C_M(\text{CuSO}_4)$, $C_H(\text{CuSO}_4)$, $T(\text{CuSO}_4)$ полученного раствора.

Расчет 1. Количество исходных веществ, необходимых для приготовления раствора

В соответствии с правилом креста (квадрат Пирсона) вычитают по диагоналям определенным образом заданные величины (С%) и получают количество весовых частей исходных растворов:

$$\begin{array}{ccc} a & & c - b \\ & \diagdown & / \\ & c & \\ & / & \diagdown \\ b & & a - c \end{array}$$

где a - большая концентрация (С%);

b - меньшая концентрация (С₂%);

c - заданная концентрация (С₃%) растворенного вещества в растворе.

В данном случае:

$$\begin{array}{ccc} 10 & & 8 \\ & \diagdown & / \\ & 8 & \\ & / & \diagdown \\ 0 & & 2 \end{array}$$

$8 - 0 = 8$ (a_1) - количество весовых частей 10%-го раствора;

$10 - 8 = 2$ (a_2) - количество весовых частей воды.

Общее число весовых частей: $A = a_1 + a_2 = 8 + 2 = 10$ в.ч.

Масса приготовленного раствора: $m_{8\% \text{-го р-ра}} = V \cdot \rho = 50 \cdot 1,084 = 54,2$ г.

$$\text{Масса одной весовой части: } m_{\text{в.ч.}} = \frac{m_{8\%-\text{го}}}{\rho_{\text{р-ра}}} = \frac{54,2}{10} = 5,42 \text{ г.}$$

$$\text{Масса исходного 10\% - го раствора: } m_{10\%-\text{го}} = m_{\text{в.ч.}} \cdot a_1 = 5,42 \cdot 8 = 43,36 \text{ г.}$$

$$\text{Массы воды: } m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{в.ч.}} \cdot a_2 = 5,42 \cdot 2 = 10,84 \text{ г.}$$

$$\text{Объем исходного 10\%-го раствора: } V_{10\%-\text{го}} = \frac{m_{10\%-\text{го}}}{\rho_{10\%-\text{го}}} = \frac{43,36}{1,107} = 39,17 \text{ мл.}$$

$$\text{Объем воды: } V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{10,84}{1} = 10,84 \text{ мл.}$$

**Расчет 2. Расчет молярной концентрации, молярной
концентрации эквивалента и титра полученного
раствора**

Находят содержание CuSO_4 в 1 л (1000 мл) раствора.

$$\text{а) } m_{\text{л } 8\%-\text{го}} = V \cdot \rho = 1000 \cdot 1,084 = 1084 \text{ г}$$

б) Раствор 8% - ный, поэтому

в 100 г раствора содержится 8 г CuSO_4 ,

а в 1084 г раствора содержится x г CuSO_4
(в 1 л)

$$x = \frac{1084 \cdot 8}{100} = 86,72 \text{ г}$$

Расчет $C_M(\text{CuSO}_4)$:

Молярная масса CuSO_4 - $M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$.

Следовательно, число молей отвечающее 86,72 г CuSO_4 :

$$n = \frac{m}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{86,72 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,54 \text{ моль.}$$

То есть $C_M(\text{CuSO}_4) = 0,54 \text{ моль/л}$.

Расчет $C_H(\text{CuSO}_4)$:

Молярная масса эквивалента CuSO_4 (эквивалентная масса CuSO_4)

$$M_3(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{n_{\text{Cu}} \cdot V_{\text{Cu}}} = \frac{160}{1 \cdot 2} = 80 \text{ г/моль},$$

где n - число атомов меди,

V - валентность меди.

Следовательно, число молярных масс эквивалента соответствующее 86,72 г CuSO_4 равно:

$$n = \frac{m}{M_3(\text{CuSO}_4)} = \frac{86,72}{80} = 1,08 \text{ моль-экв.}$$

То есть, $C_H(\text{CuSO}_4) = 1,08 \frac{\text{моль-экв}}{\text{л}}$.

Расчет $T(\text{CuSO}_4)$:

$$T(\text{CuSO}_4) = \frac{86,72 \text{ г}}{1000 \text{ мл}} = 0,08572 \text{ г/мл.}$$

Проведение опыта

Реактивы: 10%-й раствор сульфата меди CuSO_4 ;

10%-й раствор сульфата натрия Na_2SO_4 ;

10%-й раствор сульфата магния MgSO_4 ;

10%-й раствор хлорида натрия NaCl ;

дистиллированная вода.

Получив у преподавателя задание, выполняют расчеты, затем наливают исходный раствор и воду в бюретки. Уровни жидкости в бюретках устанавливают на нулевые отметки (по нижнему мениску) и выливают рассчитанные объемы раствора соли и воды в коническую колбу. Раствор перемешивают и переливают в цилиндр. Ареометром измеряют плотность приготовленного раствора ($\rho_{\text{практ}}$). Сравнивают с плотностью раствора заданной концентрации. Рассчитывают ошибку:

$$\Pi = \pm \frac{\rho_{\text{теор}} - \rho_{\text{практ}}}{\rho_{\text{теор}}} \cdot 100\%$$

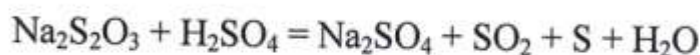
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Скорость химической реакции зависит не только от природы реагирующих веществ, но и от условий, при которых она протекает. Главными условиями, влияющими на скорость химической реакции являются: 1) концентрация реагирующих веществ; 2) температура и 3) присутствие катализатора.

**ОПЫТ 1. Зависимость скорости химической реакции от
концентрации реагирующих веществ**

Объяснение опыта

В опыте изучается влияние концентрации тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ на скорость реакции:



В результате протекания этой реакции выделяется сера, что делает раствор мутным. По промежутку времени между началом реакции (добавлением H_2SO_4) и моментом появления мути можно судить о скорости реакции.

По закону действия масс скорость второй реакции выразится так:

$$v = k[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] \cdot [\text{H}_2\text{SO}_4], \quad (3.1)$$

где $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ и $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ – молярные концентрации $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и H_2SO_4 $\left(\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}\right)$;

k - константа скорости реакции.

В процессе опыта концентрация H_2SO_4 имеет постоянное значение, то имеется возможность оценить изменение скорости данной реакции в зависимости от концентрации $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;

1 Н раствор H_2SO_4 ;

дистиллированная вода.

Предварительно проделайте опыт качественно: в пробирку внесите 6 капель раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 3 капли раствора H_2SO_4 . Встряхните пробирку. Наблюдайте медленное помутнение раствора.

В трех пробирках приготовьте растворы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ разной концентрации. Для этого в три пробирки налейте:

в первую 4 капли $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 8 капель H_2O ;

во вторую пробирку 8 капель $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 4 капли H_2O ;

в третью пробирку 12 капель $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Первые две пробирки встряхните, так как в одинаковых объемах полученных растворах содержится разное число молей $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Затем, в первую пробирку добавьте 1 каплю H_2SO_4 , встряхните и тотчас начните отсчет времени (τ сек) от начала реакции до появления первых признаков помутнения раствора. Проведите поочередно то же самое со второй и с третьей пробирками. Результаты трех опытов запишите в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Экспериментальные и расчетные данные

Номера пробирок	Число капель		Концентрация раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Время реакции τ , с	Скорость реакции $v = \frac{1}{\tau}$
	раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	H_2O			
1	4	8			
2	8	4			
3	12	-	0,5Н		

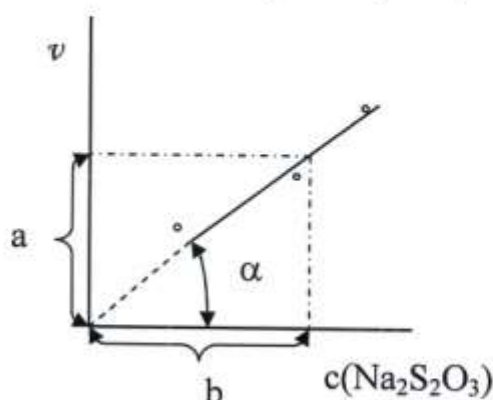
Учитывая разбавление 0.5 Н раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ водой, рассчитайте концентрации растворов в первой и второй пробирок применив закон эквивалентов:

$$C_{\text{H}_1} \cdot V_1 = C_{\text{H}_2} \cdot V_2. \quad (3.3)$$

Рассчитайте скорость реакции во всех трех случаях:

$$v = \frac{1}{\tau}(c^{-1}). \quad (3.4)$$

Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Ось абсцисс – концентрация $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ось ординат – скорость реакции.

Проведите прямую между нанесенными точками таким образом, чтобы она занимала усредненное положение, проходя через начало координат.

Рассчитайте константу скорости реакции из полученного графика

$$k = \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}, \quad (3.5)$$

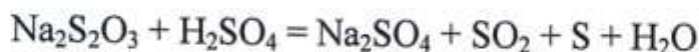
где α - угол наклона полученной прямой к оси абсцисс.

Сделайте вывод о влиянии концентрации реагирующих веществ на скорость реакции.

ОПЫТ 2. Зависимость скорости химической реакции от температуры

Объяснение опыта

В опыте изучается влияние температуры на скорости реакции тиосульфата натрия с серной кислотой:



Влияние температуры на скорость реакции определяется приближенным правилом Вант-Гоффа:

при повышении температуры на каждые 10 градусов скорость реакции увеличивается в 2-4 раза.

Это увеличение называется температурным коэффициентом (γ). Математическое выражение этого правила:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}, \quad (3.6)$$

где v_{t_1} - скорость реакции при температуре t_1 ,

v_{t_2} - скорость реакции при температуре t_2 .

Если представить скорость реакции как величину обратно пропорциональную времени (τ), то $v_1 = \frac{1}{\tau_1}$ и $v_2 = \frac{1}{\tau_2}$.

При $t_2 - t_1 = 10^0$, $\gamma = \frac{\tau_1}{\tau_2}$.

Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор тиосульфата натрия, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;

1 Н раствор серной кислоты, H_2SO_4 .

Проделайте предварительный опыт, чтобы знать, как выпадает осадок серы. В пробирку внесите 6 капель раствора тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) и 3 капли раствора серной кислоты (H_2SO_4). Продолжительность реакции (τ) определите по промежутку времени между прибавлением кислоты и моментом помутнения раствора.

В крышку стеклянного термостата вставьте две пробирки: одну, содержащую раствор серной кислоты с опущенной в нее пипеткой; другую – с раствором, полученным при смешении 4 капель 0.5 Н раствор тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) и 8 капель воды.

Термостат нагрейте до 20^0 С и выдержите растворы около 5 минут. В пробирку с тиосульфатом натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) добавьте из пробирки с серной кислотой (H_2SO_4) 1 каплю. Определите время прохождения реакции, как в предварительном опыте.

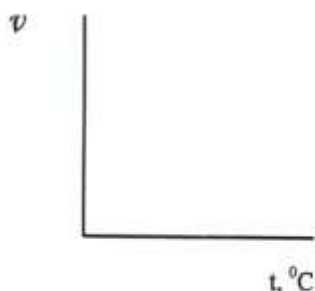
Проделайте такой же опыт при 30 , 40 , и 50^0 С. Данные четырех опытов запишите в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Экспериментальные и расчетные данные

Номер опытов	Температура, °C	Время реакции τ, с	Скорость реакции $v = \frac{1}{\tau}$	γ
1				
2				
3				
4				

Рассчитайте скорость реакции при всех четырех температурах. Определите температурный коэффициент при разнице температур опытов в 10 °C. Постройте график зависимости скорости реакции (v) от температуры (t).



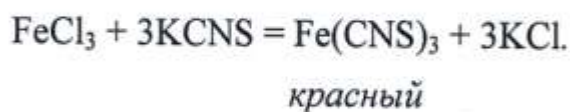
Сделайте вывод о справедливости правила Вант-Гоффа.

ОПЫТ 3. Изменение скорости реакции в присутствии катализатора

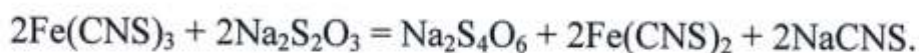
Объяснение опыта

Катализаторами называют вещества, которые изменяют (увеличивают или уменьшают) скорость химической реакции, но сами в результате реакции остаются без изменения.

В этом опыте осуществляется реакция взаимодействия хлорида железа (III) с роданидом калия, в результате которого образуется $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ красного цвета



Затем при добавлении тиосульфата натрия происходит восстановление железа (III) до железа (II) и раствор обесцвечивается:



В присутствии катализатора скорость реакции обесцвечивания раствора меняется.

Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор роданида калия KCNS;
 0.5 Н раствор хлорида железа (III) FeCl₃;
 1 Н раствор сульфата меди CuSO₄;
 0.5 Н раствор тиосульфата натрия Na₂S₂O₃.

В две пробирки внесите по 10 капель 0.5 Н раствора KCNS и по 1 капле раствора FeCl₃.

В одну из пробирок добавьте 1 каплю 1Н раствора CuSO₄.

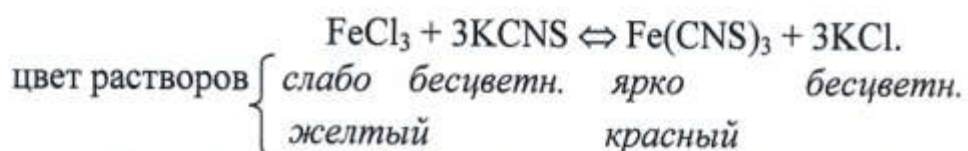
Затем в обе пробирки добавьте по 10 капель 0.5 Н раствора Na₂S₂O₃. Наблюдайте различную скорость обесцвечивания растворов.

Необходимо отметить все наблюдаемое в процессе опыта. Что являлось катализатором в данном опыте? Как повлияло присутствие катализатора на скорость реакции восстановления железа (III) до (II)?

ОПЫТ 4. Химическое равновесие

Объяснение опыта

В этом опыте изучается смещение равновесие в реакции:



Усиление окраски свидетельствует о смещении равновесия в сторону прямой реакции и наоборот. Сдвиг равновесия при изменении концентрации веществ определяется по принципу Ле-Шателье:

увеличение концентрации исходных веществ вызывает смещение равновесия в сторону прямой реакции, противодействующему этому изменению концентрации;

увеличение концентрации продуктов реакции вызывает смещение равновесия в сторону обратной реакции, противодействующей этому изменению концентрации.

Проведение опыта

Реактивы: 0.005 Н раствор хлорного железа, FeCl_3 ;
0.5 Н раствор хлорного железа, FeCl_3 ;
0.005 Н раствор роданистого калия, KCNS ;
0.5 Н раствор роданистого калия, KCNS ;
хлористый калий, KCl кр.

Возьмите 4 сухие пробирки и в каждую из них налейте по 5 капель 0.005 Н раствора хлорного железа FeCl_3 и 0.005 Н раствора роданистого калия KCNS . Встряхиванием пробирок, перемешайте их содержимое.

Первая пробирка необходима для сравнения. Во вторую пробирку добавьте 2 капли 0.5 Н раствора FeCl_3 , в третью – 2 капли 0.5 Н раствора KCNS , в четвертую – сухого KCl на микрошпателе.

Сравните изменение цвета в пробирках и сделайте вывод о смещении равновесия. Результаты запишите в таблицу 3.3.

Таблица 3.3.

Экспериментальные данные

Номера пробирок	Добавленный раствор (формула вещества)	Ослабление или усиление окраски растворов	Направление смещение равновесия (в сторону прямой или обратной реакции).
1	Пробирка для сравнения	-	-
2			
3			
4			

В выводе объясните смещение равновесия в сторону прямой и обратной реакции.

Почему при одинаковом увеличении концентраций FeCl_3 и KCNS – степень окраски растворов не одинаковая? Составьте выражения закона действия масс для прямой реакции и константы равновесия изучаемой реакции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

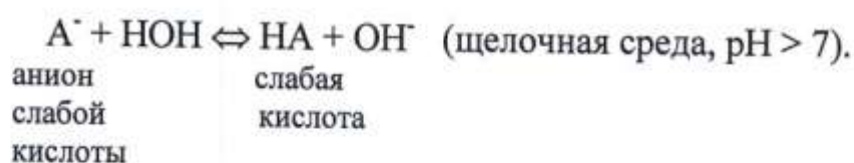
ОПЫТ 1. Гидролиз солей разных типов

Объяснение опыта

Гидролиз – взаимодействие ионов соли с ионами воды. При этом образуются слабые кислоты и основания, изменяется рН раствора.

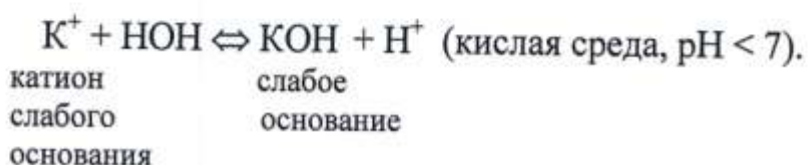
Различают три случая гидролиза солей.

- 1) Гидролиз соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием:



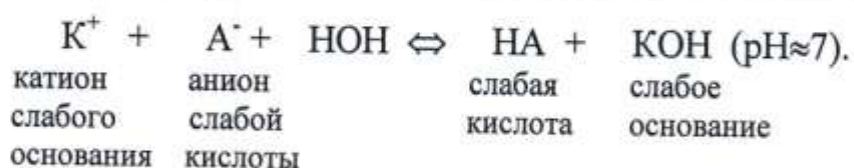
Гидролиз обусловлен связыванием ионов водорода воды (H^+) в слабую кислоту. Образуется избыточное количество ионов OH^- , что создает щелочную реакцию раствора.

- 2) Гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой:



Гидролиз обусловлен связыванием ионов гидроксила воды (OH^-) в слабодиссоциирующее основание. Образуется избыток ионов H^+ , что создает кислую реакцию раствора.

- 3) Гидролиз соли, образованной слабой кислотой и слабым основанием:



В этом случае продуктами гидролиза могут быть слабая кислота и

слабое основание. Ионы воды (H^+ и OH^-) связываются ионами соли почти в равной степени, что обуславливает нейтральную реакцию раствора.

4) Гидролиз соли, образованной сильной кислотой и сильным основанием не идет. В этом случае ионы соли с ионами воды не образуют слабых электролитов.

Сила кислот и оснований указана в табл. 4.1. Слабые электролиты характеризуются константами диссоциации.

Таблица 4.1

Сильные и слабые электролиты

Основания			Кислоты		
сильные	слабые	$K_{дисс}$	сильные	слабые	$K_{дисс}$
NaOH KOH	NH ₄ OH Zn(OH) ₂	$1.8 \cdot 10^{-5}$ $4.9 \cdot 10^{-5}$	HCl HNO ₃	H ₂ CO ₃ CH ₃ COOH	$4.5 \cdot 10^{-7}$ $1.74 \cdot 10^{-5}$

Проведение опыта

Реактивы: дистиллированная вода;

универсальная индикаторная бумага;

0.2 Н раствор кальцинированной соды, Na₂CO₃;

0.2 Н раствор хлористого цинка, ZnCl₂;

0.2 Н раствор ацетата аммония, CH₃COONH₄;

0.2 Н раствор нитрата натрия, NaNO₃.

На полоски индикаторной бумаги нанесите по одной капле раствора соответствующей соли. С помощью указателя определите pH. Полученные данные запишите в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Экспериментальные данные

Формула соли	Характеристика силы основания и кислоты, образующих соль	Цвет индикаторной бумаги	Кислая, нейтральная или щелочная среда, pH
(H ₂ O)	-		
Na ₂ CO ₃			
ZnCl ₂			
CH ₃ COONH ₄			
NaNO ₃			

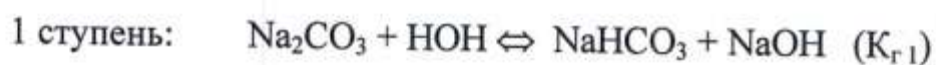
Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакции гидролиза. Сделайте вывод об изменении pH среды при гидролизе солей разных типов.

ОПЫТ 2. Сравнение гидролиза средних и кислых солей

Объяснение опыта

Соли, образованные многоосновными слабыми кислотами гидролизуются ступенчато. При этом образуются кислые соли.

Например, гидролиз соли Na_2CO_3 .



Константы гидролиза каждой ступени значительно отличаются друг от друга

$$K_{r1} > K_{r2}.$$

Гидролиз по первой ступени (гидролиз средней соли) идет легче, чем по другим ступеням (гидролиз кислых солей).

Проведение опыта

Реактивы: 0.2 Н раствор Na_2CO_3 ;

0.2 Н раствор NaHCO_3 ;

индикатор фенолфталеин.

В одну пробирку налейте 5 капель раствора кальцинированной соды Na_2CO_3 , в другую – 5 капель раствора пищевой соды - NaHCO_3 . Добавьте в обе пробирки по одной капле фенолфталеина.

Как можно объяснить различие окрасок индикатора в пробирках? Напишите уравнение гидролиза в молекулярной и ионно-молекулярной форме. В каком случае гидролиз идет сильнее? Почему?

ОПЫТ 3. Влияние силы слабой кислоты, образующей соль, на степень гидролиза

Объяснение опыта

Гидролиз соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием, идет по схеме:



Константа гидролиза

$$K_{\Gamma} = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} = \frac{K_{H_2O}}{K_{д \text{ кисл}}},$$

где K_{H_2O} - ионное произведение воды, равное 10^{-14} при $22^{\circ}C$,

$K_{д \text{ кисл}}$ - константа диссоциации слабой кислоты.

Из приведенного соотношения следует, что чем слабее кислота, тем сильнее гидролиз.

Проведение опыта

Реактивы: сульфит натрия, Na_2SO_3 ;
карбонат натрия, Na_2CO_3 ;
дистиллированная вода,
индикатор фенолфталеин.

В две пробирки налейте дистиллированной воды до половины объема. В одну пробирку внесите один микрошпатель сульфита натрия (Na_2SO_3), в другую – карбоната натрия (Na_2CO_3).

По отсутствию выделения газов SO_2 и CO_2 убедитесь, что гидролиз протекает по первой ступени. Напишите уравнение гидролиза в молекулярной и ионно-молекулярной форме.

В обе пробирки добавьте по одной капле фенолфталеина. В какой из пробирок более щелочная среда ?

Используя константы диссоциации, объясните как влияет сила кислот, образующих соль, на степень гидролиза.

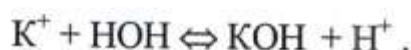
$$K_{д2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.8 \cdot 10^{-11}, K_{д2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.8 \cdot 10^{-8}$$

Рассчитайте константы гидролиза.

ОПЫТ 4. Влияние силы слабого основания, образующего соль на степень гидролиза

Объяснение опыта

Гидролиз соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой, идет по схеме:



Константа гидролиза:

$$K_{\Gamma} = \frac{[\text{КОН}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{K}^+]} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{д \text{ ОСН}}},$$

где $K_{\text{H}_2\text{O}}$ - ионное произведение воды, равное 10^{-14} при 22°C ,

$K_{д \text{ ОСН}}$ - константа диссоциации слабого основания, образующего соль.

Из приведенного соотношения следует, что чем слабее основание, тем сильнее гидролиз.

Проведение опыта

Реактивы: хлористый алюминий, AlCl_3 кр.;

хлористый магний, MgCl_2 кр.;

дистиллированная вода;

универсальная индикаторная бумага.

В две пробирки налейте до половины объема дистиллированной воды. В одну внесите один микрошпатель хлористого алюминия AlCl_3 , в другую – хлористого магния MgCl_2 . Перемешиванием растворите соли. По отсутствию осадков убедитесь в том, что гидролиз идет по первой ступени.

Определите с помощью индикаторной бумаги значение pH в растворах этих солей.

Напишите уравнение гидролиза солей по первой ступени в молекулярной и ионно-молекулярной формах. Сделайте вывод о влиянии силы

оснований ($K_{\text{дисс}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 1.4 \cdot 10^{-9}$, $K_{\text{дисс}}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 2.5 \cdot 10^{-3}$), образующих соль, на степень гидролиза.

ОПЫТ 5. Смещение равновесия гидролиза

Объяснение опыта

Для солей, образованных сильной кислотой и слабым основанием, сильным основанием и слабой кислотой, возможно смещение гидролиза.



В соответствии с принципом Ле-Шателье при увеличении концентрации какого-то вещества равновесие смещается в сторону той реакции, которая уменьшает концентрацию этого вещества. Иначе говоря, при разбавлении раствора ($> \text{H}_2\text{O}$) гидролиз усиливается, а при увеличении концентрации образующихся ионов гидролиз протекает в меньшей степени.

Проведение опыта

Реактивы: насыщенный раствор хлористого олова, SnCl_2 ;

дистиллированная вода;

универсальная индикаторная бумага;

0.2 Н раствор соляной кислоты, HCl .

В пробирку внесите 1 каплю насыщенного прозрачного раствора хлористого олова SnCl_2 . Добавьте по каплям дистиллированной воды до выпадения осадка $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ (около 10-15 капель). Определите рН с помощью индикаторной бумаги. Напишите уравнение гидролиза в молекулярной и ионно-молекулярной форме.

Сделайте вывод о влиянии разбавления на степень гидролиза.

В пробирку с образовавшейся суспензией добавьте по каплям раствора соляной кислоты до растворения осадка. Сделайте вывод о том, что происходит с гидролизом при увеличении концентрации ионов водорода.

ОПЫТ 6. Влияние температуры на степень гидролиза

Проведение опыта

Реактивы: 0.2 Н раствор ацетата натрия, CH_3COONa ;
индикатор фенолфталеин.

В пробирку налейте 5 капель раствора ацетата натрия CH_3COONa .
Добавьте одну каплю фенолфталеина. Отметьте окраску раствора.

Нагрейте пробирку до появления розовой окраски. Затем пробирку охладите струей холодной воды. Что происходит с окраской раствора?

Напишите уравнение гидролиза в молекулярной и ионно-молекулярной формах. Объясните происходящие явления. Сделайте вывод о влиянии температуры на степень гидролиза.

ОПЫТ 7. Взаимное влияние солей на степень гидролиза

Объяснение опыта

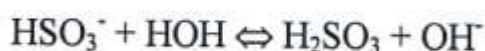
При одновременном растворении соли (например, ZnCl_2), образованной сильной кислотой и слабым основанием, и соли (например, Na_2SO_3), образованной слабой кислотой и сильным основанием, сначала идет гидролиз по первой ступени:



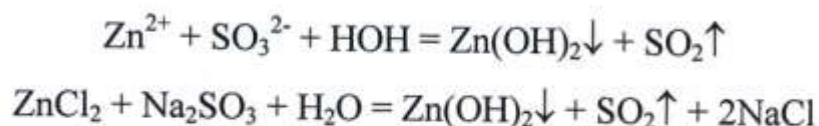
Образующиеся ионы водорода и гидроксил-ионы участвуют в реакции нейтрализации:



Это смещает равновесие реакции вправо, и гидролиз продолжается по второй ступени



Таким образом, гидролиз обеих солей необратим и протекает полностью. В таком случае удобнее писать конечные уравнения реакции:



Проведение опыта а)

Реактивы: 0.2 Н раствор хлористого алюминия, AlCl_3 ;
0.2 Н раствор карбоната натрия, Na_2CO_3 ;
раствор соляной кислоты, HCl конц.

В пробирку налейте 3 капли хлористого алюминия AlCl_3 и 3 капли раствора карбоната натрия Na_2CO_3 . Обратите внимание на выпадение осадка и выделение пузырьков газа. Чтобы убедиться, что осадок не представляет собой карбонат алюминия, в пробирку добавьте 3 капли соляной кислоты. Выделяются ли в избытке пузырьки углекислого газа?

Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения совместного гидролиза солей. Сделайте вывод о взаимном влиянии солей на степень гидролиза.

Проведение опыта б)

Реактивы: 0.2 Н раствор хлористого аммония, NH_4Cl ;
0.2 Н раствор силиката натрия, Na_2SiO_3 ;
универсальная индикаторная бумага.

В пробирку налейте 3 капли хлористого аммония NH_4Cl и 3 капли силиката натрия Na_2SiO_3 . Наблюдайте выпадение осадка. К отверстию пробирки поднесите, не касаясь стенок пробирки, смоченную водой индикаторную бумажку. Её посинение доказывает выделение аммиака, что можно определить также по запаху. Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения совместного гидролиза солей. Сделайте вывод о взаимном влиянии солей на степень гидролиза.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

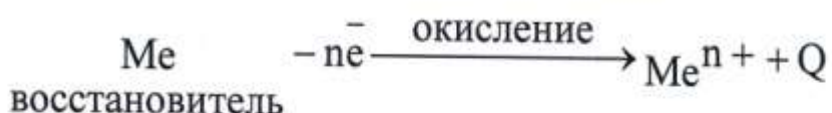
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

ОПЫТ 1. Восстановительные свойства металлов

Объяснение опыта

Элементы, отдающие электроны, т. е. имеющие небольшую энергию ионизации, называют металлами. Чем легче атом отдает электрон, тем сильнее его металлические свойства.

В химических реакциях потерю металлом электронов называют его восстановительной способностью. При этом металл окисляется. Большинство металлов – термодинамически неустойчивые системы, т.е. окисление металлов – процесс самопроизвольный, необратимый.



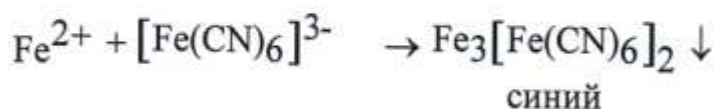
Каждый металл обладает определенной восстановительной способностью. Мерой окисляемости металла, его восстановительной способности является его потенциал. Чем меньше алгебраическая величина потенциала металла, тем больше его восстановительная способность.



возможна, если потенциал окислителя $E_{\text{ок}}$ больше потенциала восстановителя $E_{\text{вос(Me)}}$

$$E_{\text{ок}} - E_{\text{вос(Me)}} > 0.$$

Образующиеся катионы можно обнаружить с помощью качественной реакции. При окислении железа образуется катион Fe^{2+} , который с раствором красной кровяной соли, гексацианоферратом калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ образует синий осадок - $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ (турнбулева синь).



Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор сульфата меди CuSO_4 ;
0.5 Н раствор сульфата цинка ZnSO_4 ;
0.5 Н раствор гексацианоферрата (II) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
железная полоска (проволока) – 2 шт.

В одну пробирку налейте 10 капель 0.5 Н раствора сульфата меди CuSO_4 , а в другую - 10 капель 0.5 Н раствора сульфата цинка ZnSO_4 . В пробирки опустите хорошо зачищенные железные стержни.

Через несколько минут в первой пробирке на железном стержне появится красный налет. Напишите уравнение реакции и процессы окисления - восстановления. Укажите окислитель и восстановитель.

Через 10-15 минут после полного исчезновения голубого цвета раствора выньте из пробирки железный стержень и добавьте 2 капли раствора красной кровяной соли, гексацианоферрата (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Появление синего окрашивания указывает на присутствие в растворе катионов Fe^{2+} . Напишите уравнение происходящего химического процесса.

Наблюдайте также через 10-15 минут, что происходит во второй пробирке. Чтобы убедиться, что в растворе нет катионов Fe^{2+} , добавьте 2 капли раствора красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Сделайте вывод, почему железо не вытесняет катионы Zn^{2+} из раствора, а ионы Cu^{2+} вытесняет.

ОПЫТ 2. Окислительные свойства катиона Fe^{3+}

Объяснение опыта

Если большинство металлов легко теряет электроны, то их катионы могут восстанавливаться только при действии сильного восстановителя. Потенциал катиона металла Fe^{3+} , являющегося при этом окислителем, ($E_{\text{ок}}$) должен быть больше потенциала восстановителя ($E_{\text{вос(Мe)}}$)

$$E_{\text{ок}} - E_{\text{вос(Мe)}} > 0.$$

Реакция $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{KCl}$ возможна, так как

$$E_{\text{ок}}^0 (\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0.77 \text{ В}; \quad E_{\text{вос}}^0 (\text{I}_2^0/2\text{I}^-) = +0.52 \text{ В}$$

$$\Delta E = E_{\text{ок}}^0 - E_{\text{вос}}^0 = 0.77 - 0.52 = 0.25 > 0.$$

Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор хлорного железа, FeCl_3 ;

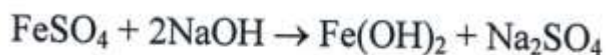
0.5 Н раствор йодистого калия, KI .

Внесите в пробирку 3-4 капли 0,5 Н раствора йодистого калия KI и 5-6 капель 0.5 Н раствора хлорного железа (III). Отметьте изменение окраски раствора. Напишите уравнение реакции, процессы окисления и восстановления. Объясните возможность протекания реакции.

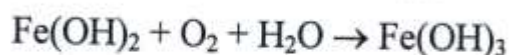
ОПЫТ 3. Окисление катиона Fe^{2+} в Fe^{3+} кислородом воздуха

Объяснение опыта

Высшая степень окисления большинства металлов наиболее стабильна. Поэтому катион Fe^{2+} стремится перейти в Fe^{3+} . Окисление осуществляется кислородом воздуха.



зеленоватый



Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор гидроксида натрия, NaOH ;

соль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ кр.

В пробирку поместите два микрошпателя соли Мора, добавьте 3-4 капли воды и перемешиванием растворите соль. Добавьте 6 капель 0,5 Н раствора NaOH . Отметьте наблюдаемый эффект. Слегка подогрейте пробирку. Наблюдайте происходящие изменения. Напишите уравнения реакций, процессы окисления и восстановления. Укажите окислитель и восстановитель. Сделайте вывод.

ОПЫТ 4. Окислительные и восстановительные свойства р-элементов

Объяснение опыта

Атомы неметаллов могут иметь разные степени окисления. Вещества, содержащие атомы этих элементов в промежуточных состояниях, могут быть и окислителями и восстановителями. Это зависит от условий протекания реакции.

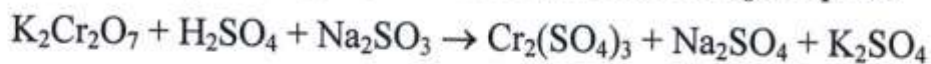
Опыт 4. 1. Окислительные и восстановительные свойства сульфита натрия

Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор дихромата калия $K_2Cr_2O_7$;
0.5 Н раствор сульфида натрия Na_2S ;
0.1 Н раствор серной кислоты H_2SO_4 ;
сульфит натрия Na_2SO_3 кр.

В первую пробирку внесите 5-6 капель раствора бихромата калия $K_2Cr_2O_7$, во вторую – раствор сульфида натрия Na_2S . В каждую из пробирок добавьте по несколько капель 0,1 Н раствора серной кислоты H_2SO_4 и на микрошпателе сульфита натрия Na_2SO_3 .

Наблюдайте происходящие изменения в обеих пробирках.



Напишите уравнения реакций, процессы окисления и восстановления. Объясните, что является в каждом случае окислителем и восстановителем. Чем обусловлено изменение цвета содержимого пробирок?

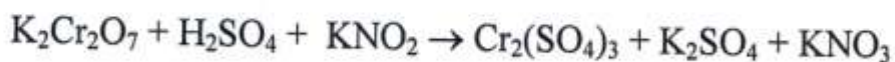
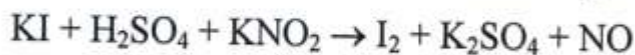
Опыт 4.2. Окислительные и восстановительные свойства нитрита калия

Проведение опыта

Реактивы: 0.5 Н раствор дихромата калия $K_2Cr_2O_7$;
0.5 Н раствор йодистого калия KI ;
0.1 Н раствор серной кислоты H_2SO_4 ;
соль нитрита калия KNO_2 кр.

В первую пробирку внесите 5-6 капель раствора йодида калия KI , во вторую - раствор дихромата калия $K_2Cr_2O_7$. В каждую из пробирок добавьте по несколько капель 0.1 Н раствора H_2SO_4 и на микрошпателе нитрита калия KNO_2 .

Наблюдайте происходящие изменения в обеих пробирках:



Напишите уравнения реакций, процессы окисления и восстановле-

ния. Укажите, что в каждом случае является окислителем и восстановителем. Чем обусловлено изменение цвета содержимого пробирок?

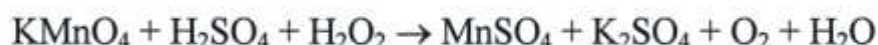
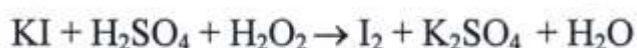
Опыт 4.3. Окислительные и восстановительные свойства перекиси водорода

Проведение опыта

Реактивы: 3% раствор перекиси водорода H_2O_2 ;
0.5 Н раствор йодистого калия KI ;
0.05 Н раствор перманганата калия KMnO_4 ;
0.1 Н раствор серной кислоты H_2SO_4 .

В первую пробирку внесите 5-6 капель 0,5 М раствора йодида калия KI , в другую - 2 капли 0,05 Н раствора перманганата калия KMnO_4 . В каждую из пробирок добавьте по несколько капель 0,1 Н раствора H_2SO_4 и по 2-4 капли раствора перекиси водорода H_2O_2 .

Наблюдайте происходящие изменения в обеих пробирках:



Напишите уравнения реакций, процессы окисления и восстановления. Укажите, что в каждом случае является окислителем и восстановителем. Чем обусловлено изменение цвета содержимого пробирок?

ОПЫТ 5. Реакции диспропорционирования

Объяснение опыта

Для реакций диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) характерно наличие молекул (ионов), в состав которых входят атомы одного вида (элемента), окисляющие и восстанавливающие друг друга. Это свойство проявляется у соединений или простых веществ, отвечающих одному из промежуточных степеней окисления данного элемента.

Опыт 5.1. Реакция диспропорционирования сульфита натрия

Проведение опыта

Реактивы: сульфит натрия Na_2SO_3 (кр.);
дистиллированная вода;
0.5 Н раствор сульфата меди (II) CuSO_4 .

В две пробирки поместите по два микрошпателя сульфита натрия Na_2SO_3 . Одна пробирка служит для сравнения. Содержимое второй тщательно прокалите в пламени спиртовки в течение 5 минут. Пробирку остудите.

Произошла реакция (2 пробирка) $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

Напишите уравнение реакции, процессы окисления и восстановления. Что является окислителем и восстановителем?

В обе пробирки добавьте 5-6 капель воды. Растворите содержимое и в каждую пробирку налейте 2-3 капли сульфата меди CuSO_4 .

Отметьте изменения в пробирках.

(1 пробирка) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

(2 пробирка) $\text{Na}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuS}\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Напишите уравнения реакций. Объясните происшедшие изменения в пробирках.

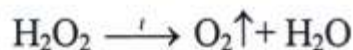
Опыт 5.2. Реакция диспропорционирования перекиси водорода

Проведение опыта

Реактивы: 3% раствор перекиси водорода H_2O_2 ;
раствор бихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (конц.).

В пробирку налейте 5-6 капель раствора перекиси водорода H_2O_2 и 1-2 капли раствора бихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, выступающего в роли катализатора. Пробирку нагрейте на спиртовой горелке.

Опишите наблюдения. Отметьте выделение газа.



Напишите уравнение реакции, процессы окисления и восстановления. Укажите окислитель и восстановитель.

ОПЫТ 6. Внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции

Объяснение опыта

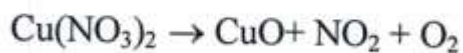
Реакции внутримолекулярного окисления – восстановления характерны для процессов, при которых степени окисления изменяют разные элементы, входящие в состав одной и той же молекулы.

Опыт 6.1. Разложение нитрата меди

Проведение опыта

Реактивы: нитрат меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ кр.

Возьмите на микрошпателе нитрат меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и высыпьте в пробирку, слегка нагрейте на пламени горелки. Опишите наблюдения.



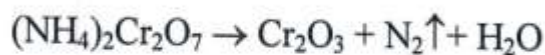
Напишите уравнение реакции, процессы окисления и восстановления. Укажите окислитель и восстановитель.

Опыт 6.2. Разложение бихромата аммония

Проведение опыта

Реактивы: бихромат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ кр.

Поместите щепотку бихромата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ горкой на асбестовую сетку. Зажженной спичкой инициируйте реакцию. Опишите, что происходит.



Напишите уравнение реакции, процессы окисления и восстановления. Укажите окислитель и восстановитель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основные источники:

1. Никитина, Н.Г. Общая и неорганическая химия, в 2 ч. Часть 2. Химия элементов: учебник и практикум для СПО / Н.Г. Никитина, В.И. Гребенькова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 322 с. - (Серия: Профессиональное образование). – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-2-himiya-elementov-438696>

Дополнительные источники:

2. Росин, И.В. Химия: учебник и задачник для СПО / И.В. Росин, Л.Д.Т омина, С.Н. Соловьев. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 420 с. – Серия : Профессиональное образование Режим доступа : <https://biblio-online.ru/book/himiya-uchebnik-i-zadachnik-433742>

3. Мартынова, Т.В. Химия : учебник и практикум для СПО / Т.В. Мартынова, И.В. Артамонова, Е.Б. Годунов; под ред. Т.В. Мартыновой. – 2-е изд., испр. И доп.-М.: Издательство Юрайт, 2019. – 368 с. -(Серия: Профессиональное образование) Режим доступа :<https://biblio-online.ru/viewer/himiya-4390671>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Определение эквивалента металла	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Приготовление раствора заданной концентрации	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Химическая кинетика	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Гидролиз солей	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
Окислительно-восстановительные реакции	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	36

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Ивановский государственный политехнический университет»



Ивановский политехнический колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**для обучающихся к выполнению практических работ
по учебной дисциплине**

«Химия»

для обучающихся по профессиям и
специальностям среднего профессионального
образования

Иваново 2021

Составитель:

преподаватель высшей квалификационной категории Федорова Д.В.

Методические рекомендации по выполнению практических работ предназначены для организации работы на практических занятиях по учебной дисциплине «Химия», которая является важной составной частью в системе подготовки квалифицированных рабочих, служащих, специалистов среднего звена СПО.

Методические рекомендации имеют практическую направленность и значимость.

Формируемые в процессе практических занятий умения могут быть использованы обучающимися в будущей профессиональной деятельности.

Теоретический материал, приведенный в каждой работе, дополняет и частично дублирует, читаемый на теоретических занятиях. Методические указания составлены на основе рабочих программ по учебной дисциплине общеобразовательного цикла «Химия».

Методические рекомендации предназначены для обучающихся средних профессиональных учебных заведений, изучающих учебную дисциплину: «Химия» и могут использоваться на учебных занятиях.

Тема «Окислительно-восстановительные реакции» является одной из важнейших в неорганической химии. Подробно окислительно-восстановительные свойства веществ могут быть описаны на базе полного курса неорганической химии.

Целью методических указаний является:

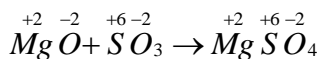
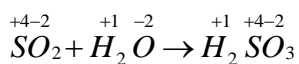
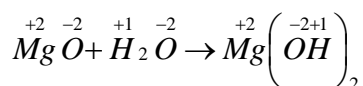
1. Ознакомление студентов с рядом наиболее часто применяемых в химической лаборатории окислительной и восстановительной.
2. Овладение практикой составления уравнений окислительно-восстановительных реакций.
3. В процессе лабораторной работы ознакомление с внешними изменениями в процессе реакций.

1. Определе н и е окислительно-восстановительных реакций.

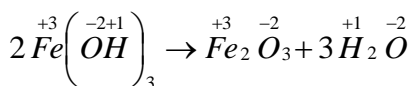
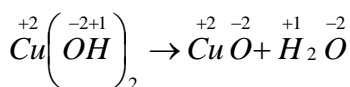
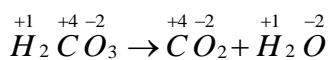
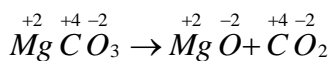
РЕАКЦИИ, ПРОТЕКАЮЩИЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ АТОМОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ РЕАГИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, НАЗЫВАЮТСЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ РЕАКЦИЯМИ.

I. Реакции, протекающие без изменения степени окисления элементов:

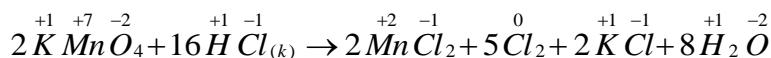
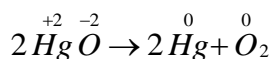
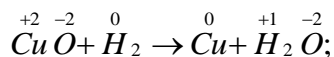
1. Реакции обмена типа: АВ + СД = АД + ВС
2. Некоторые реакции соединения:



3. Некоторые реакции разложения:

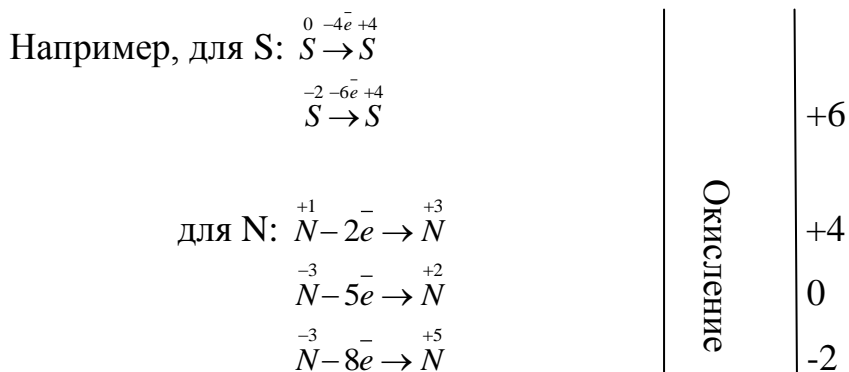


II. Реакции, протекающие с изменением степени окисления элементов.

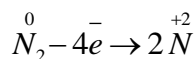


В окислительно-восстановительных реакциях следует уметь различать процессы окисления и восстановления, а также окислители и восстановители.

О к и с л е н и е м называется процесс, при котором происходит отдача электронов атомами, молекулами или ионами. При окислении степень окисления повышается.



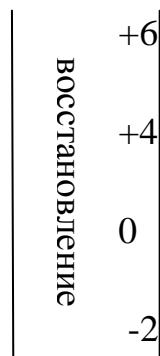
При окислении молекул простых веществ следует учитывать количество атомов в окисляемой молекуле и соответственно число отданных электронов:



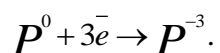
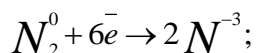
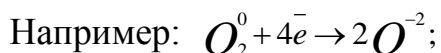
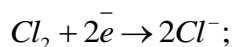
В о с с т а н о в л е н и е м называется процесс, при котором происходит присоединение электронов атомами, молекулами или ионами.

При восстановлении степень окисления понижается.

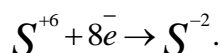
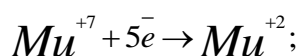
Например, для S:



Когда в процесс восстановления вовлекается нейтральный атом, то присоединение электронов приводит к образованию отрицательно заряженной частицы, степень окисления которой численно равна количеству присоединенных электронов.



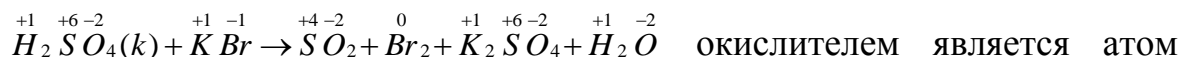
Если в процессе восстановления участвуют положительно заряженные частицы, то присоединение электронов приводит к уменьшению степени окисления на столько единиц, сколько было присоединено электронов.



О к с л и т е л и - атомы, молекулы или ионы, присоединяющие электроны.

В о с с т а н о в и т е л и – атомы, молекулы или ионы, отдающие электроны.

В процессе окислительно-восстановительной реакции окислитель восстанавливается, а восстановитель окисляется. Например, в реакции



окислителем является атом серы в состоянии окисления +6, но окислителем называется и сама серная кислота. Восстановителем является атом брома в степени окисления -1, но и саму молекулу бромистого калия называют восстановителем. (В приведенной реакции серная кислота восстанавливается до SO_2 , а бромистый калий окисляется до Br_2^0).

В периодической системе элементов Д.И.Менделеева в пределах периодов с увеличением заряда ядра восстановительные свойства уменьшаются от щелочного металла к благородным газам и увеличиваются окислительные свойства. Это объясняется тем, что радиус атомов уменьшается, увеличивается сродство к электрону и увеличивается электроотрицательность.

В группах (только в главных подгруппах) сверху вниз энергия ионизации и электроотрицательность уменьшаются, окислительные свойства элементов уменьшаются, а восстановительные усиливаются. Исходя из этого, наиболее сильными восстановителями в свободном состоянии являются щелочные и щелочно-земельные металлы и водород. Наиболее сильные окислители – галогены и кислород. Все металлы в соединениях

характеризуются положительной степенью окисления, значит в свободном состоянии они могут только отдавать электроны, те проявляют только восстановительными свойствами.

Важнейшие восстановители: атомы металлов, водород, перекись водорода (H_2O_2), углерод (C), CO, H_2S ; SO_2 ; Na_2S ; H_2SO_3 ; HCl; HBr; HI; NH_3 ; $Cr_2(SO_4)$; альдегиды, спирты, муравьиная и щавелевая кислоты, глюкоза, электрический ток на катоде.

Важнейшие окислители: F_2 ; Cl_2 ; Br_2 ; Mn_2O_7 ; $KMnO_4$; CrO_3 ; K_2CrO_4 ; $K_2Cr_2O_7$; HNO_3 и ее соли; O_2 ; O_3 ; $H_2SO_4(k)$ H_2SeO_4 ; гипохлориты, хлораты, перхлораты, «Царская водка», электрический ток на аноде.

НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОКИСЛИТЕЛИ И ВОССТАНОВИТЕЛИ И ПРОДУКТЫ РЕАКЦИЙ

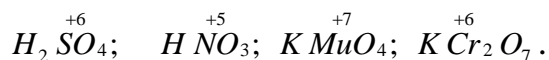
Окислители	Восстановители
1. Галогены и их соединения	
$F_2^0 \rightarrow HF^{-1};$ $HClO^{+1} \rightarrow HCl^{-1};$ $KClO_3^{+5} \rightarrow KCl^{-1}.$	$HJ^{-1} \rightarrow J_2^0$
2. Соединения серы	
$H_2S^{+6}O_4$ <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">Щелочн., щел.-зем. металлы H_2S^{-2} →</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">Мет. сред. активн. $S^0(H_2S^{-2}; SO_2^{+4})$ →</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">Мет. малой активн. $S^{+4}O_2; Cu; Hg$ →</div> </div>	Вообще-то обр. всегда смесь продуктов, но основное преимущество тому или другому продукту
$N_2S^{+4}O_3 \rightarrow S^0$	$H_2S^{-2} \rightarrow S^0;$ $S^0 \rightarrow S^{+4}O_2;$ $Na_2S^{+4}O_3 \rightarrow Na_2S^{+6}O_4$
3. Соединения азота	
HNO_3^{+5} <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">с малоакт. металлами N_2O^{+1} →</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">с акт. металлами NH_3^{-3} →</div> </div> <p>(p)</p>	$NH_3^{-3} \rightarrow N_2^0$

$\xrightarrow{\text{со щелочн.и щел.-зем. мет. } \overset{-3}{N}H_3}$		
HNO_3 (к)	$\xrightarrow{\text{с малоакт.металлами}} \overset{+4}{N}O_2$	$\overset{-3}{K}NO_2 \rightarrow \overset{+5}{K}NO_3$
	$\xrightarrow{\text{со щелочн.и щел.-зем. мет. } \overset{+1}{N}_2O}$	
4. Соединения марганца		
Окислители		Восстановители
	Восстановительная форма	Окислительная форма
$KMnO_4$ <i>ср.кислая</i>	$\xrightarrow{H_2SO_4(p)} Mn^{+2}SO_4$	$\overset{+7}{Mg}O_4 \rightarrow \overset{+4}{Mg}O_2$
	в нейтр. среде $Mn^{+4}O_2$	
	в сильно щел.среде $K_2Mn^{+6}O_4$	
5. Соединения хрома		
$K_2Cr_2O_7$ окисленная форма	$\xrightarrow[\text{H}_2SO_4(p)]{\text{в кислой среде}} Cr_2(SO_4)_3$ восст.форма	$\overset{+3}{Cr} \xrightarrow{\text{кон.}} K_2\overset{+6}{Cr}O_4$

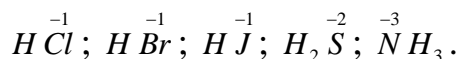
Соли серной кислоты в водных растворах окислительными свойствами не обладают.

Окислительно-восстановительные свойства соединений зависят от степени окисления элементов в данном соединении.

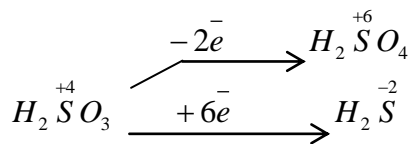
Соединения. В которые входят элементы в высшей степени окисления, могут быть только окислителями:



Соединения, содержащие элементы в низшей степени окисления, могут быть только восстановителями:



Соединения, в которые входят элементы с промежуточной степенью окисления, могут быть и окислителями и восстановителями в зависимости от того, с каким веществом вступают в реакцию:



СОСТАВЛЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ

Реакции окисления-восстановления неразрывно связаны между собой и не могут рассматриваться изолированно друг от друга.

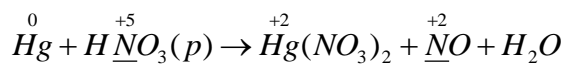
Обычно применяют два метода составления уравнений для реакций окисления-восстановления:

1. Метод электронного баланса.
2. Метод полуреакций (ионно-электронный метод).

Метод электронного баланса

Он основан на том, что общее число электронов, отдаваемых восстановителем, должно быть равно общему числу электронов, присоединяемых окислителем. При составлении уравнений реакций следует придерживаться следующей последовательности:

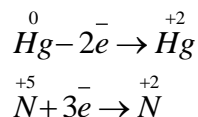
1. Записывается схема уравнения реакции.
2. Определяется степень окисления атомов элементов, которые участвуют в процессах окисления и восстановления:



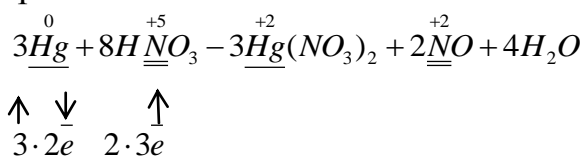
В данном случае степень окисления изменяют только ртуть и азот.

3. Определяют, является ли данная реакция окислительно-восстановительной. Если да, то подчеркивают элементы, изменившие степень окисления.

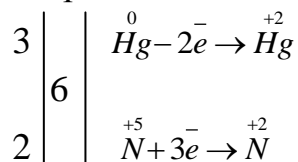
4. Составляют электронные уравнения, т.е. определяют число электронов, приобретаемых или отдаваемых теми атомами или ионами, которые изменяют степень окисления:



или в левой части схемы стрелками показывают процесс смещения электронов:



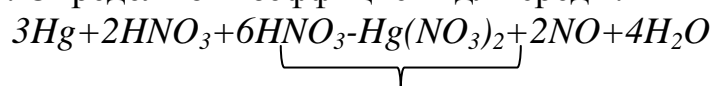
5. Балансируется число смещенных электронов, находится наименьшее общее кратное для коэффициентов в процессах окисления и восстановления.



Полученные множители – 2 для атомов Hg⁰ и 3 для иона азота (N⁺⁵) являются соответствующими коэффициентами при окислителе и восстановителе.

6. Расставляют коэффициенты для окислителей и восстановителей.

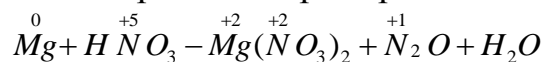
7. Определяют коэффициент для среды.



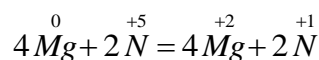
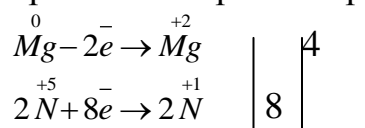
солеобразные

уравнение с учетом среды.

Рассмотрим еще пример.

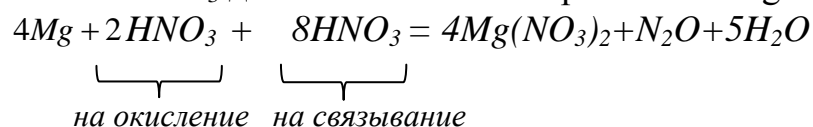


В данном случае Mg⁰ теряет два электрона, а азот N⁺⁵ в азотной кислоте приобретает четыре электрона:

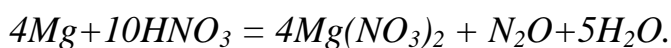


Исходя только из этого, как и в первом примере, нельзя правильно составить уравнение реакции. Так как помимо функции окислителя азотная кислота одновременно связывает ионы Mg⁺² в виде нитрата, не изменяя при этом степень окисления азота N⁺⁵[Mg(NO₃)₂]. Поэтому коэффициент при HNO₃ в уравнении реакции должен учитывать обе функции азотной кислоты: окислителя и солеобразователя.

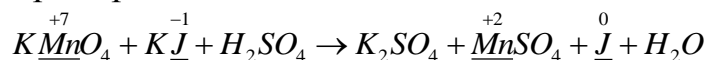
Для окисления 4 моль атомов магния необходимы 2 моль HNO₃ и сверх того 8 моль HNO₃ для связывания четырех ионов Mg⁺²:



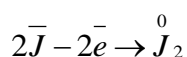
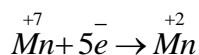
Итоговое уравнение:



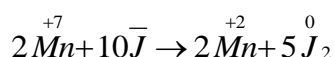
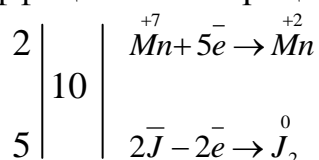
Пример 3.



1. В данном случае степень окисления изменяют только марганец и йод.
2. Составляют электронные уравнения, т.е. определяют число отданных или приобретенных электронов атомами или ионами, которые изменяют степень окисления:

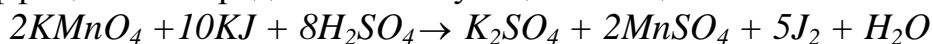


3. Уравнивают в левой и правой частях схемы число отданных и приобретенных электронов, для чего находят наименьшее кратное для коэффициентов в процессах окисления и восстановления, вводят множители.



Полученные коэффициенты подставляют в уравнение реакции перед соответствующими формулами веществ в левой и правой частях.

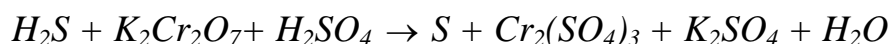
Исходя из электронного баланса, переносим в схему полученные коэффициенты перед соответствующими веществами:



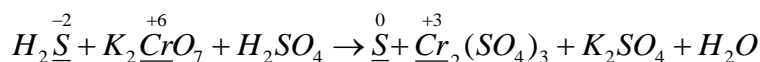
В правой части количество сульфат-ионов равно 8 ($6K_2SO_4$ и $2MnSO_4$), следовательно, в реакцию должны вступать 8 моль серной кислоты, поэтому перед серной кислотой в левой части подставляем коэффициент 8. Водородных атомов в левой части стало 16, то перед молекулой воды ставим коэффициент 8. Суммарное уравнение запишется:



Пример 4.

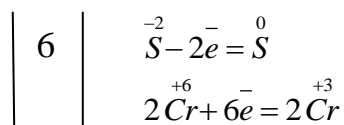


1. Записывается схема реакции и указываются элементы, которые изменили степень окисления.

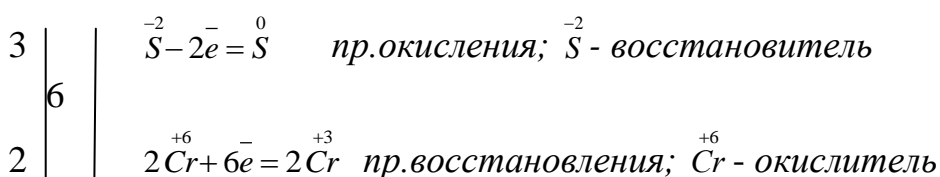


2. Подчеркнуть элементы, изменившие степень окисления. (В этом примере S и Cr).

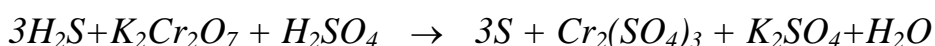
3. Составить электронные уравнения.



4. Находим наименьшее общее кратное при окислителе и восстановителе /6/ и полученные множители при окислителе и восстановителе

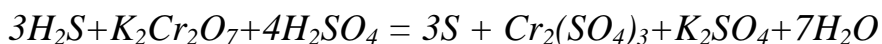


Полученные коэффициенты подставляем в схему реакции



Остальные коэффициенты расставляем методом подбора в последовательности: соль (K_2SO_4), кислота (H_2SO_4) и вода.

Итоговое уравнение будет иметь вид:



Чтобы проверить правильность подбора коэффициентов, надо подсчитать число атомов атомарного кислорода в левой и правой частях уравнения.

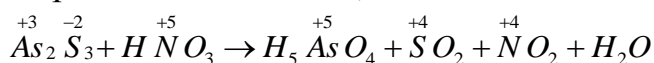
В левой части: $(7 + 4 \cdot 4) = 23$. В правой части: $(3 \cdot 4 + 4 + 7) = 23$.

Стало быть уравнение написано правильно.

Пример 5.

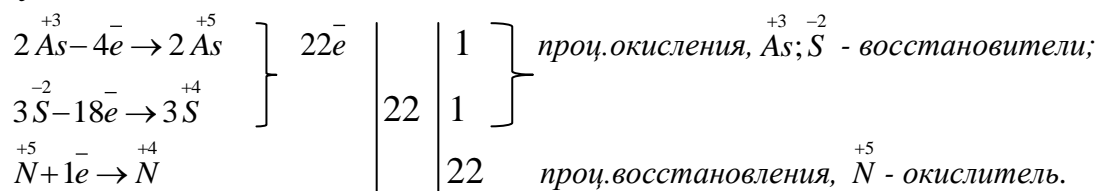
Методом электронного баланса подберите коэффициенты в реакции, протекающей по схеме: $As_2S_3 + HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + SO_2 + NO_2 + H_2O$.

1. Определить элементы, изменившие степень окисления.

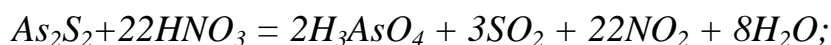


2. Подчеркнуть элементы, изменившие степень окисления (это As^{+5} , N^{+5} и сера S^{-2}).

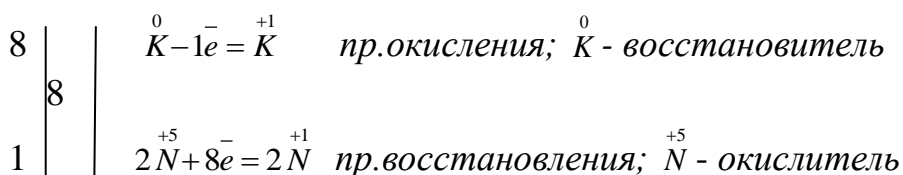
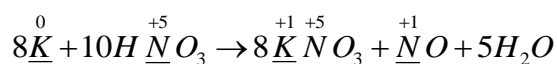
3. Записываем электронные уравнения, учитывая коэффициенты в формулах веществ:



4. Подставляем найденные коэффициенты в схему реакции, затем подбираем коэффициент перед водой и получим итогов уравнение.



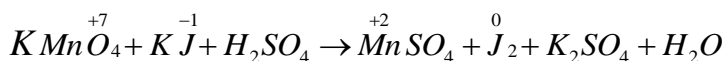
Пример 6. Подобрать коэффициенты методом эл.баланса.



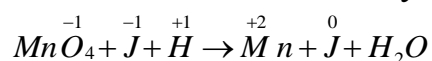
ЭЛЕКТРОННО-ИОННЫЙ МЕТОД (МЕТОД ПОЛУРЕАКЦИИ)

Этот метод заключается в том, что для окислительного и восстановительного процессов в отдельности записываются так называемые уравнения полуреакций. Запись таких полуреакций и окончательное (полное) уравнение окислительно-восстановительной реакции осуществляется в несколько стадий.

1. Определяют степень окисления атомов в соединениях, которые участвуют в реакциях



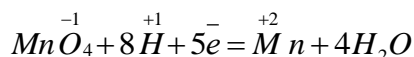
2. Составляют ионную схему реакции:



Из схемы видно, что $\overset{-1}{Mn} O_4$ восстанавливается до $\overset{+2}{Mn}$, а $\overset{-1}{J}$ окисляется до $\overset{0}{J}$.

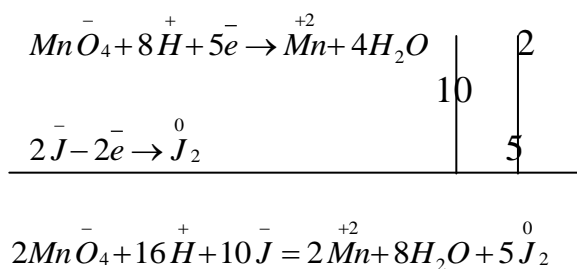
3. Записывают уравнения полуреакций и уравнивают в их левой и правой частях число атомов каждого элемента. До баланса атомов надо

добавить в каждой полуреакции соответствующие вещества. Так, в полуреакции восстановления MnO_4^- до Mn^{+2} , для связывания кислорода необходимо присутствие H^+ - ионов.



Число электронов, добавляемых к каждой полуреакции, должно быть равно суммарному изменению степеней окисления в соответствующем процессе.

4. Суммируют уравнения обеих полуреакций и получают общее уравнение реакции, при этом уравнивается число отданных или присоединенных электронов:



5. Полученные коэффициенты переносятся в молекулярное уравнение, которое записывается так:

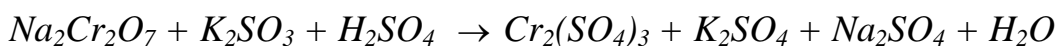


Метод полуреакции применяется для характеристики окислительно-восстановительных реакций в растворах.

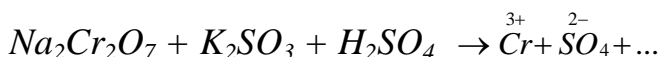
Пример 2.

1. Написать схему реакции. Схема может быть полной неполной. В случае использования неполной схемы из продуктов реакции необходимо знать только частицу, в которую перешел восстановитель в ходе ОВР.

а) полная схема реакции:

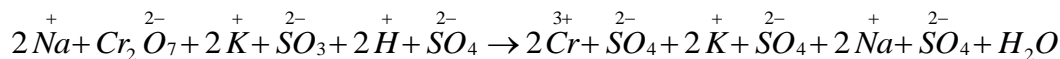


б) неполная схема реакции, достаточная для применения метода полуреакций:

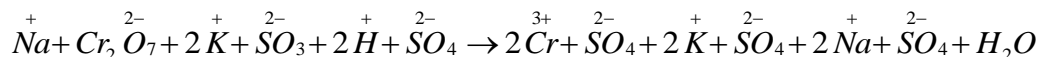


Пока для простоты будем использовать полную схему этого взаимодействия. Применение метода полуреакций к неполным схемам будет рассмотрено ниже.

2. Написать ионную схему реакции. При этом на ионы распадаются только сильные электролиты, хорошо растворимые в воде (как при составлении обычных ионных уравнений):



Примечание: Стехиометрические коэффициенты перед ионами можно не указывать. Они не имеют никакого смысла, так как данное выражение является схемой, а не уравнением реакции:



3. Сравнить правую и левую части ионной схемы и найти частицы, изменившие свою химическую форму. Под изменением химической формы подразумевается:

а) изменение заряда частицы;

б) изменение формульного состава частицы.

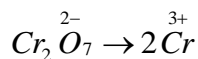
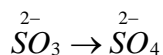
(в данном случае частицы H^{+} , OH^{-} и H_2O не рассматриваются.)

$SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$ (произошло изменение формульного состава частицы).

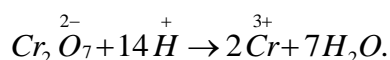
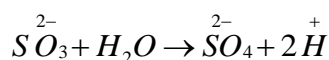
$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+}$ (произошло изменение как формульного состава частицы, так и заряда частицы).

4. Составить уравнение полуреакций окисления и восстановления. Это делается в следующей последовательности:

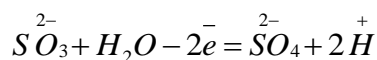
а) уравниваются правые и левые части полуреакций по всем атомам, кроме кислорода и водорода:



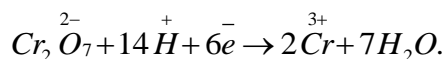
б) полуреакции уравниваются по кислороду и водороду с учетом кислотности среды



в) полуреакции уравниваются по зарядам с помощью электронов. В первой полуреакции заряд частиц слева = -2, а справа = 0. Значит, справа нужно прибавить 2 электрона (или слева отнять 2 электрона)

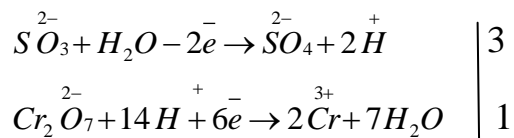


Для уравнивания второй полуреакции нужно прибавить 6 электронов:

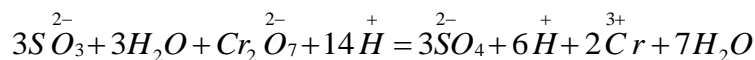


Полученные выражения являются уравнениями полуреакций.

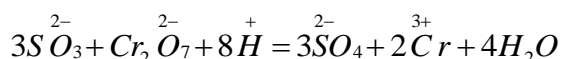
5. Сделать электронный баланс, т.е. подобрать коэффициенты, на которые необходимо умножить полуреакции окисления и восстановления, чтобы количество электронов, ушедших от восстановителя, было равно числу электронов, пришедших окислителю:



6. Умножить верхнее и нижнее уравнения полуреакций на коэффициенты электронного баланса. Затем сложить их и получить сокращенное ионное уравнение ОВР. В данном примере полуреакцию окисления нужно умножить на 3, а полуреакцию восстановления на 1. После сложения получаем:



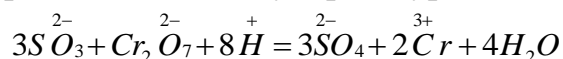
Далее сокращаем (по H_2O и H^+):

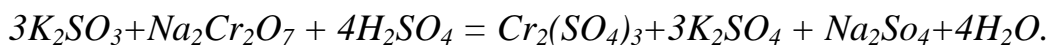
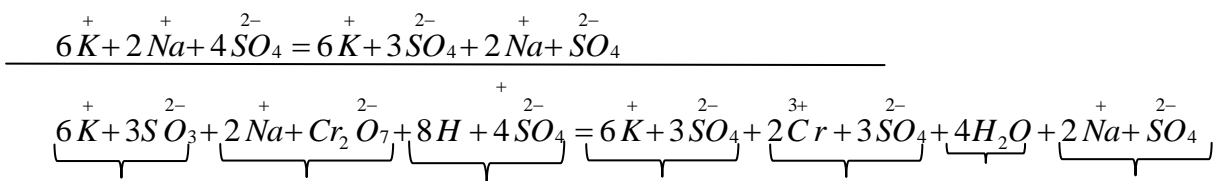


Данное выражение является сокращенным ионным уравнением взаимодействия между восстановителем ($S\overset{2-}{O}_3$) и окислителем ($Cr_2\overset{2-}{O}_7$) в кислой среде.

Если надо получить молекулярное уравнение реакции, то следует выполнить еще один пункт.

7. Сокращенное ионное уравнение сложить с дополнительным ионным уравнением и получить полное ионное уравнение, которое затем преобразовать в молекулярное уравнение ОВР.





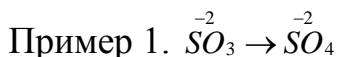
(В целях экономии времени полное ионное уравнение иногда не пишут, а при сложении сокращенного ионного с дополнительным ионным уравнением сразу же получают молекулярное уравнение).

УРАВНЕНИЯ ПОЛУРЕАКЦИЙ ПО КИСЛОРОДУ И ВОДОРОДУ С УЧЕТОМ РЕАКЦИИ СРЕДЫ

Реакция среды может быть кислой, щелочной или нейтральной.

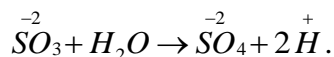
(Если среда в растворе слабокислая, pH немного меньше 7, если слабощелочная – pH немного больше 7, уравнивание производят, считая среду практически нейтральной).

1. Среда кислая (pH < 7). Для составления полуреакции разрешены частицы только двух видов: это ион H^{+} и H_2O . Надо запомнить следующую схему: $2H^{+} + O^{*} \rightarrow H_2O$. По элементному составу 2 иона H^{+} и один атом «связанного» кислорода (O^{*}) эквивалентны одной молекуле воды. Под «связанным» кислородом понимается атом кислорода, входящий в состав любой кислородосодержащей частицы (например, в молекуле CO_2 два связанных кислорода, а в ионе SO_4^{2-} их четыре).



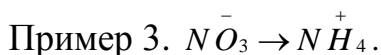
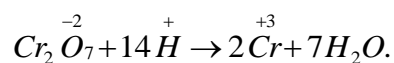
-2

Ион SO_3^{2-} содержит 3 связанных атома кислорода ($3O^{*}$), а ион SO_4^{2-} содержит $4O^{*}$. Чтобы уравнять по кислороду, слева следует добавить одну молекулу воды, при этом справа должно появиться 2 иона H^{+} (чтобы сошлось по водороду):

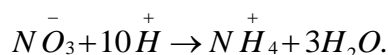


Слева 7 атомов кислорода, а справа ни одного.

Слева следует добавить $14H^{+}$, тогда справа появится $7H_2O$:

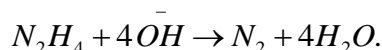
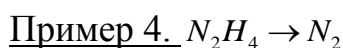
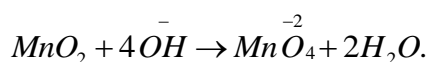
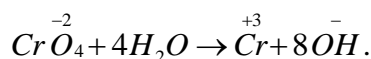
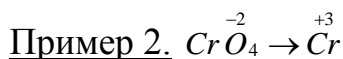
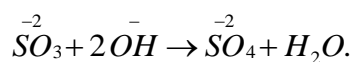
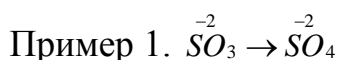


Слева надо добавить 10 Н⁺, из них 6 Н⁺ «свяжут» 3 кислорода в три молекулы воды, а 4Н⁺ необходимы для получения иона аммония:



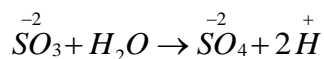
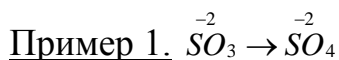
Примечание: Полученные в этих примерах схемы полуреакции не являются уравнениями. Далее их следует уравнивать по зарядам с помощью электронов.

2. Среда щелочная (РН>7). В данном случае для уравнения по кислороду и водороду можно использовать только ионы \bar{OH} и молекулы H₂O. Между этими частицами имеет место следующее соотношение (по элементному составу): $2\bar{OH} \rightarrow H_2O + O^*$.

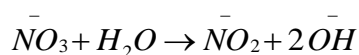
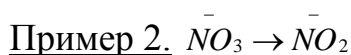


3. Среда нейтральная (РН≈7). Для уравнивания по кислороду и водороду в схеме полуреакции слева можно писать только воду (H₂O).

Справа могут появиться ионы Н⁺ или ОН⁻.



В данном случае схема реакции совпадает с такой же схемой для случая кислой среды.



Полученная схема аналогична переходу нитрата в нитрит в щелочной среде.

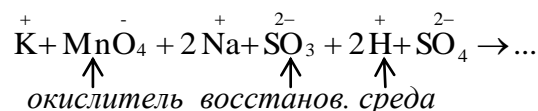
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОЛУРЕАКЦИЙ ДЛЯ НЕПОЛНЫХ СХЕМ

Например: к раствору $KMnO_4$ добавили несколько капель H_2SO_4 (т.е. создали кислую среду), а затем добавили раствор Na_2SO_3 . Составить уравнение ОВР.

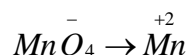
Условие задачи можно записать в виде схемы:



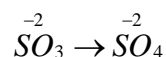
или в ионном виде:



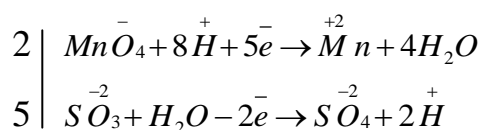
Известно, что ион $Mn\overset{-}{O}_4$ является сильным окислителем в любых средах. В кислой среде (т.е. как в этом случае) имеет переход:



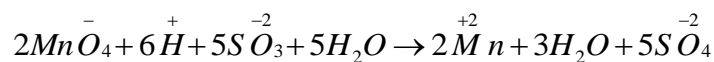
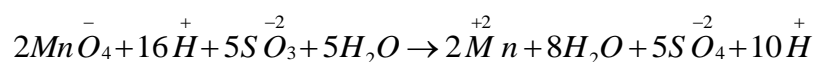
Также известно, что ион $S\overset{-2}{O}_3$ в любых случаях проявляет восстановительные свойства. Причем, независимо от среды сульфит переходит в сульфат:



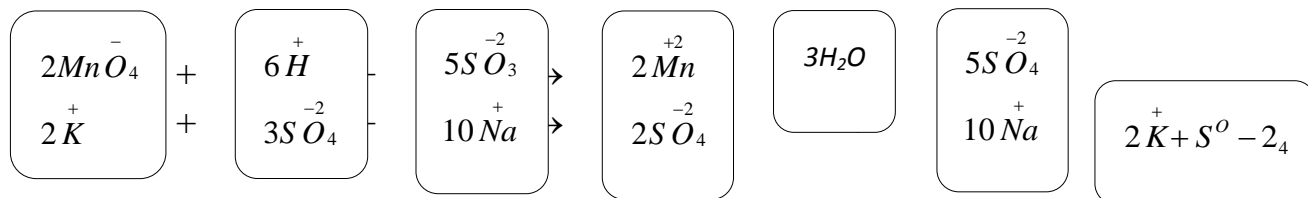
Напишем уравнения соответствующих полуреакций и сделаем электронный баланс:



Умножим уравнения полуреакций на коэффициенты электронного баланса и сложим. После сокращения одинаковых ионов получим сокращенное ионное уравнение ОВР:



Напишем снизу дополнительное ионное уравнение:

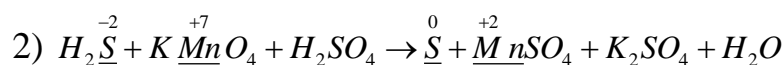
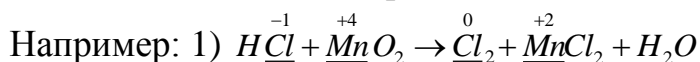


Затем получаем молекулярное уравнение:



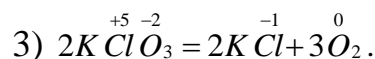
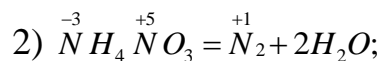
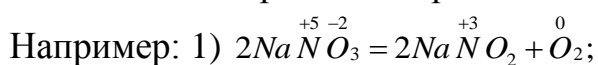
ТИПЫ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ

1. Реакции межмолекулярные. Они протекают с изменением степени окисления элементов в различных молекулах, т.е. окислитель и восстановитель находятся в разных веществах.



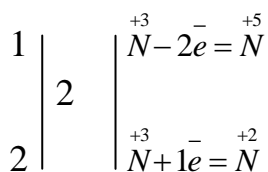
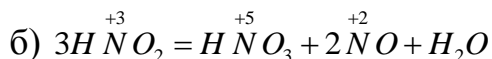
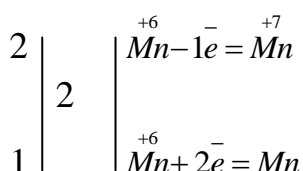
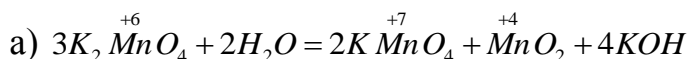
Этот тип реакций самый распространенный и включает обширную группу.

2. Внутримолекулярные – это такие реакции, в которых окислитель и восстановитель находятся в одном и том же веществе, т.е. изменяется степень окисления разных атомов в одном и том же веществе. К таким реакциям относятся реакции термического разложения.



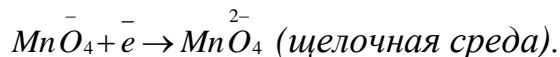
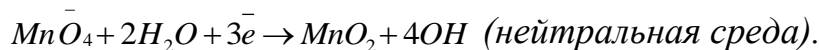
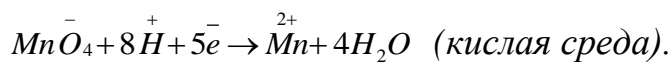
3. Реакции самоокисления – самовосстановления (диспропорционирования). Эти реакции сопровождаются одновременным уменьшением или увеличением степени окисления атомов одного и того же элемента. Эти реакции возможны для веществ, содержащих атомы с промежуточной степенью окисления.

Например:

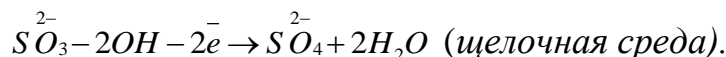
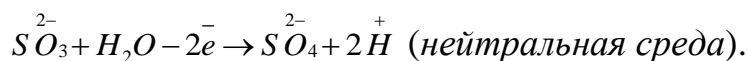
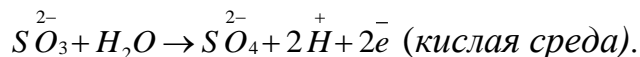


Характер протекания реакций между одними и теми же реагентами может меняться в зависимости от среды: кислой (избыток ионов H^+), нейтральной (H_2O), щелочной (избыток ионов OH^-).

Например: в зависимости от среды по-разному будет протекать восстановление перманганат-иона:

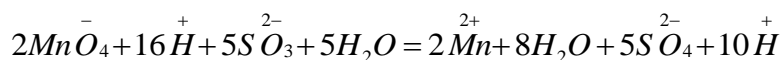
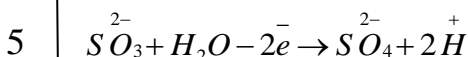
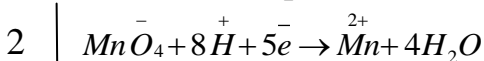


Окисление SO_3 также зависит от среды.

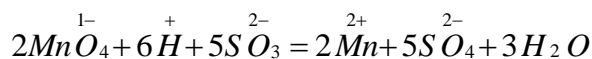


Таким образом, реакция взаимодействия перманганат-иона с сульфит-ионом в различных средах протекает по разному:

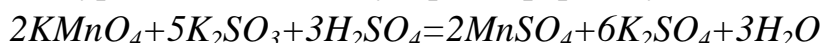
1. в кислой среде



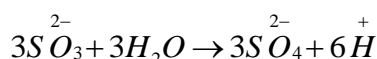
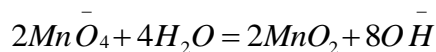
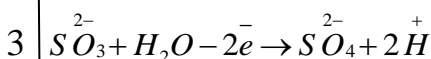
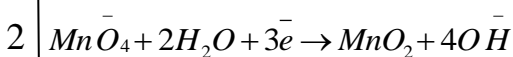
В левую и правую части уравнения входят ионы H^+ и вода. Вступает в реакцию 16 ионов H^+ и 5 молекул H_2O , а образуются 10 ионов водорода и 8 молекул воды. Учитывая это, переписываем уравнением



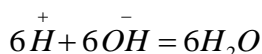
Это уравнение в молекулярной форме будет иметь вид:



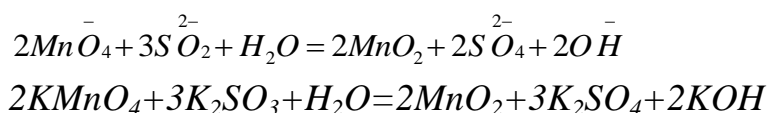
2. в нейтральной среде:



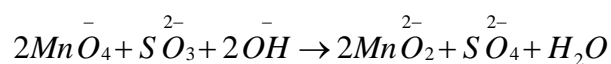
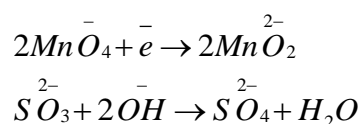
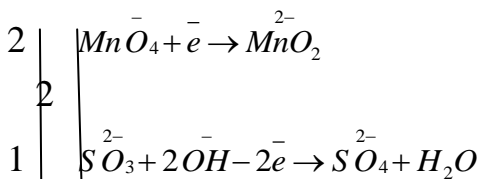
В результате реакции образуется восемь гидроксид-ионов и шесть ионов водорода. Они совместно существовать не могут, т.к. пройдет реакция.



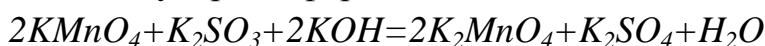
Итоговое уравнение будет в ионной и молекулярной форме:



3. в щелочной среде:



а в молекулярной форме



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ОКИСЛИТЕЛИ – это кислоты и соли, в которых центральный атом отвечает преимущественно его высшей степени окисления. Например, HNO_3 ; KMnO_4 ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Опыт 1.

К нескольким кусочкам цинка добавить 3-4 мл соляной кислоты (1:1). Испытать выделяющийся газ. Написать уравнение реакции. Какой ион участвует в реакции окисления.

Опыт 2.

Кусочек медной стружки обработайте разбавленной азотной кислотой при нагревании. Обратите внимание на цвет выделяющегося газа и изменение цвета раствора.

Опыт 3.

Несколько кусочков медных стружек обработать концентрированной серной кислотой. Укрепить пробирку в штативе таким образом, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону работающих. Осторожно нагреть содержимое пробирки до начала кипения. Обратите внимание на

выделение газа с резким запахом и изменение цвета раствора. Проявляются ли в этой реакции окислительные свойства иона водорода?

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ НА ПРОТЕКАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ

Опыт 4.

а) К подкисленному серной кислотой раствору перманганата калия (2-3 мл) прибавьте по каплям раствор сульфита натрия Na_2SO_3 , который при этом окисляется в сульфат. Как изменился цвет раствора? Написать уравнение реакции.

б) Проведите ту же реакцию без подкисления серной кислотой. Как в этом случае меняется цвет раствора? Обратите внимание на образование осадка. Написать уравнение реакции.

в) К сильно щелочному раствору сульфита натрия прибавить раствор перманганата калия. Как изменился цвет раствора? Написать уравнение реакции.

Опыт 5.

а) К подкисленному серной кислотой раствору дихромата калия прибавить раствор сульфита натрия. Как меняется цвет раствора?

Для успешного проведения опыта (резкого изменения окраски) следует взять небольшое количество $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и избыток восстановителя Na_2SO_3 . В противном случае цвет гидратированного иона, налагаясь на оранжевый цвет частично вступившего в реакцию иона $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, дает промежуточную нехарактерную окраску.

В кислой среде дихромат калия (точнее ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), выполнив функцию окислителя и восстанавливаясь при этом, образует соли трехвалентного хрома, т.е. в сернокислой среде – $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$; в солянокислой – CrCl_3 , в азотнокислой $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ и т.д.



б) В пробирку налить раствор соли хрома (III) и добавить раствор щелочи до образования зеленого раствора хромита. Прилить бромную воду. Наблюдать постепенное изменение окраски раствора. Какая реакция протекает?

В какой среде наиболее ярко проявляются окислительные свойства хрома (VI) и восстановительные свойства хрома (III)?

ВОССТАНОВИТЕЛИ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
МЕТАЛЛОВ И ИХ ИОНОВ

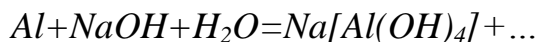
Опыт 6.

Небольшой кусочек цинка обработать разбавленной серной кислотой. Реакция вначале идет медленно: $Zn+H_2SO_4=$

Чтобы реакция пошла быстрее, прибавьте несколько капель раствора $CuSO_4$ или $CuCl_2$.

Опыт 7.

Небольшое количество порошка алюминия обработать разбавленным раствором едкого натра. Реакция начинается не сразу, а только после растворения оксидной пленки на поверхности металла



Какие ионы являются окислителями в опытах 6 и 7? К какой группе рассмотренных окислителей они относятся?

Опыт 8.

Кусочек железной проволоки или железный гвоздь обработать раствором $CuSO_4$. Обратит внимание через некоторое время на изменение цвета поверхности металла.

Опыт 9.

Кусочек медной стружки или 10-копеечную монетку обработать раствором $Hg(NO_3)_2$. Обратит внимание на изменение цвета поверхности металла. Какие ионы являются окислителями в опытах 8, 9?

Опыт 10.

Небольшой кристалл железного купороса $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ растворите в небольшом количестве воды, подкислите разбавленной серной кислотой и прибавьте по каплям раствор $KMnO_4$, избегая появления исчезающей розовой окраски. (последнее будет означать, что весь $FeSO_4$ уже окислился).



ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ДВОЙСТВЕННОСТЬ

В качестве примера рассматривается нитрат и пероксид водорода.

Опыт 11.

а) К подкисленному серной кислотой раствору $KMnO_4$ (2-4 мл) добавьте до обесцвечивания раствор $NaNO_2$:



Если добавить $NaNO_2$ в некотором избытке, то легко обнаружить слабое побурение и запах диоксида азота.

б) К подкисленному серной кислотой раствору йодида калия (1-3мл) добавить несколько капель раствора $NaNO_2$. Что наблюдаете?



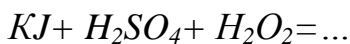
Какова функция $NaNO_2$ в опытах а) и б)?

Опыт 12.

а) К подкисленному серной кислотой раствору $KMnO_4$ добавьте по каплям H_2O_2 до обесцвечивания раствора. Обратите внимание на выделение газа (газ можно испытать тлеющей лучиной, предварительно подготовленной).



б) К подготовленному серной кислотой раствору KJ добавить небольшой объем раствора H_2O_2 :



Какова функция H_2O_2 в опытах а) и б)?

РЕАКЦИЯ ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЯ

(самоокислительная - самовосстановительная)

(Рассматривается на примере взаимодействия йода со щелочью)

Опыт 13.

Кристаллик йода обработать небольшим объемом раствора при слабом нагревании. Обратите внимание на переход йода в раствор. Написать уравнение реакции:



Диспропорционирование йода идет в щелочной среде. Если теперь полученный раствор подкислить, то реакция пойдет в обратном направлении:
 $NaJ + NaJO_3 + H_2SO_4 = J_2 + \dots$

РЕАКЦИИ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОГО ОКИСЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Опыт 14.

Несколько кристалликов бихромата аммония поместите в сухую пробирку и нагрейте до начала реакции разложения. Обратите внимание на характер образующихся продуктов реакции (газ, твердое вещество, его окраска): $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t^\circ} Cr_2O_3 + N_2 + \dots$

Опыт 15.

В сухой пробирке осторожно нагрейте небольшое количество перманганата калия до образования окрашенного в зеленый цвет манганата:



После остывания полученную соль растворите в воде. Обратите внимание на переход зеленой окраски в фиолетово-красную и появление осадка: $K_2MnO_4 + H_2O \rightarrow KMnO_4 + MnO_2 + \dots$

К какому типу относятся последние реакции?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными?
2. Какие процессы называются окислением? Восстановлением?
3. Как изменяются степени окисления восстановителей в процессе окислительно-восстановительной реакции?
4. Какие окислительно-восстановительные свойства могут проявлять следующие соединения: Na_2S ; SO_2 ; S ; H_2SO_4 ?
5. Какую функцию выполняет пероксид водорода при взаимодействии с перманганатом калия и с йодидом калия? Написать уравнения соответствующих реакции.
6. Какие реакции называются реакциями внутримолекулярного окисления -- восстановления? Привести примеры.
7. Какие реакции называются реакциями диспропорционирования? Привести примеры.

8. Закончить следующие уравнения окислительно-восстановительных реакций:

1. $KJ + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow$
2. $KNO_2 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow NO + \dots$
3. $NaJO_3 + SO_2 + H_2O \rightarrow$
4. $KJ + Cl_2 + H_2O \rightarrow$
5. $Al + NaOH + H_2O \rightarrow$
6. $KNO_2 + K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$
7. $H_2S + H_2SO_4(k) \rightarrow$
8. $HBr + H_2SO_4(k) \rightarrow$
9. $K_2MnO_4 + Cl_2 \rightarrow$
10. $C + HNO_3(k) \rightarrow CO_2 + \dots$
11. $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + \dots$
12. $(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + \dots$
13. $CrCl_3 + Cl_2 + NaOH \rightarrow$
14. $FeCl_3 + H_2S \rightarrow S + \dots$
15. $S + NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + \dots$
16. $H_2S + J_2 \rightarrow S + \dots$

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1.

1. Определите степень окисления серы в следующих соединениях: SO_2 ; H_2S ; H_2SO_3 ; CS_2 ; $H_2S_2O_7$; $H_2S_2O_8$

2. Привести примеры реакций межмолекулярного, внутримолекулярного самоокисления-восстановления и реакции диспропорционирования.

3. Закончить уравнения и составить электронно-ионные схемы реакции

1. $Mg + H_2SO_4(k) \rightarrow$
2. $Mg + H_2SO_4(p) \rightarrow$
3. $KJ + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$
4. $KCl_3 \xrightarrow{0 \quad 1^\circ}$
5. $KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow$
6. $Al + NaOH + H_2O \rightarrow$
7. $Mn(OH)_2 + Cl_2 + KOH \rightarrow MnO_2 + \dots$
8. $Br_2 + SnCl_2 \rightarrow$

Задание 2

1. Определить степень окисления хрома в следующих соединениях: $Fe(CrO_2)_2$; $K_2Cr_2O_7$; $Cr_2(SO_4)_3$; K_2CrO_4 ; $Na_3[Cr(OH)_6]$

2. Какие из перечисленных веществ обладают окислительно-восстановительной двойственностью:

F_2 ; J_2 ; Na ; SO_2 ; CO_2 ; SnO_2 ; H_3PO_3 ; HPO_3 .

3. Закончить уравнения и составить электронно-ионные схемы реакций:

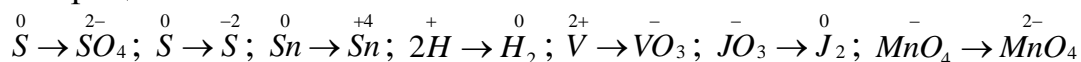
1. $Zn + HNO_3(p) \rightarrow$
2. $Zn + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow$
3. $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{1^\circ}$
4. $HCl + K_2CrO_7 \rightarrow$
5. $FeSO_3 + K_2MnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$
6. $NO_3 + NaOH \rightarrow$
7. $Cl_2 + F_2 + H_2O \rightarrow$
8. $CuCl_2 + KJ \rightarrow CuJ + \dots$

Задание 3

1. Какие из перечисленных реакций относятся к реакциям межмолекулярного окисления - восстановления:

- а) $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$;
- б) $Cl_2 + 2NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$;
- в) $2AgNO_3 + 2NaOH + H_2O_2 = 2Ag + O_2 + 2NaNO_3 + 2H_2O$;
- г) $2Al + 6NaOH + 3H_2O = 2Na_3[Al(OH)_6] + 3H_2$;
- д) $2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2$.

2. Какие из приведенных процессов являются процессами окисления, какие - процессами восстановления:



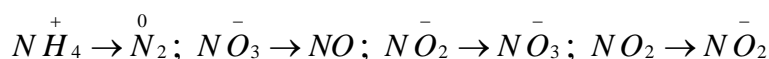
Ответ обосновать.

3. Составить электронно-ионные схемы процессов окисления и восстановления и закончить уравнения реакции:

- а) $J_2 + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow$
- б) $KClO_3 \xrightarrow{1^\circ}$
- в) $NO_3 + KOH \rightarrow$
- г) $Zn + H_2SO_4(\text{разб.}) \rightarrow$
- д) $Zn + H_2NO_3(\text{разб.}) \rightarrow$
- е) $HCl + KClO_3 \rightarrow$
- ж) $As_2S_3 + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow$
- з) $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$

Задание 4

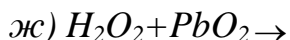
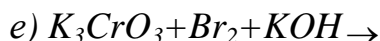
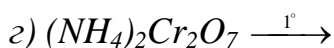
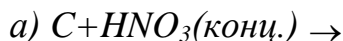
1. Указать в каких из приведенных процессов происходит окисление азота и в каких восстановление:



Ответ обосновать.

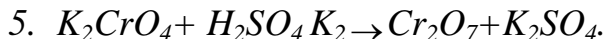
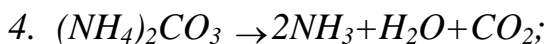
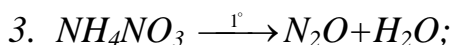
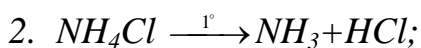
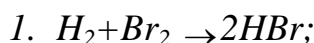
2. Привести полуреакции, соответствующие восстановлению перманганат-иона в кислой, нейтральной и щелочной средах.

3. Составить электронно-ионные схемы процессов окисления и восстановления и закончить уравнения реакций:



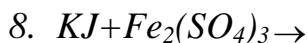
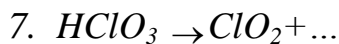
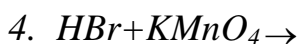
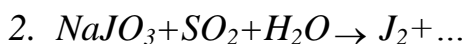
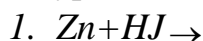
Задание 5

1. Какие из приведенных реакций являются окислительно-восстановительными:



Ответ обосновать.

2. Составить схемы полуреакций окисления и восстановления, закончить уравнения реакций



3. Исходя из степеней окисления электронов, указать, какими окислительно-восстановительными свойствами обладают соединения:



Задание 6

1. Какие из приведенных реакций относятся к окислительно-восстановительным:

1. $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$;
2. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{r} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
3. $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
4. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
5. $\text{H}_3\text{BO}_3 + 4\text{HF} = \text{HBF}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

Ответ обосновать.

2. Составить электронно-ионные схемы процессов окисления и восстановления и закончить уравнения реакций:

1. $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
2. $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow$
3. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaNO}_2 + \text{H} + \text{SO}_4 \rightarrow$
4. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \dots$
5. $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
6. $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow$
7. $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$
8. $\text{FeS} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$

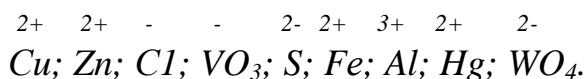
3. Могут ли быть окислителями атомы натрия, катионы натрия, кислород в степени окисления -2, йод в степени окисления 0, фторид-ионы, катионы водорода, нитрит-ионы, гидрид-ионы.

Задание 7

1. Подберите коэффициенты в схемах реакций диспропорционирования методом электронного баланса:

1. $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3$
2. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 + \text{KCl}$;
3. $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
4. $\text{KClO} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3$;
5. $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{KSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
6. $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

2. Какие из перечисленных ионов могут быть восстановителями, а какие не могут быть и почему:



3. Какие из перечисленных реакций относятся к реакциям внутримолекулярного окисления - восстановления:

1. $NH_4NO_3 \rightarrow N_2 + 2H_2O$;
2. $NH_4Cl \rightarrow NH_3 + HCl$;
3. $2AgNO_3 \rightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2$;
4. $3K_2MnO_4 + H_2SO_4 = 2KMnO_4 + MnO_2 + K_2SO_4 + H_2O$
5. $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$.

Задание 8

1. Какие из перечисленных веществ обладают окислительно-восстановительной двойственностью: Na_2CO_3 ; Na_2SO_3 ; $NaNO_3$; $NaNO_2$; MnO_2 ; SO_2 ; PbO_2 .

2. Какие из перечисленных реакций относятся к реакциям диспропорционирования:

1. $4KMnO_4 + 4KOH = 4K_2MnO_4 + O_2 + H_2O$;
2. $2KMnO_4 + 3MnSO_4 + 2H_2O = 5MnO_2 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$;
3. $2K_2MnO_4 + H_2SO_4 = 2KMnO_4 + MnO_2 + K_2SO_4 + H_2O$;
4. $2NO_2 + 2KOH = KNO_2 + KNO_3 + H_2O$;
5. $NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$.

3. Составить электронно-ионные схемы процессов окисления и восстановления и закончить уравнения реакции:

1. $KJ + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$
2. $MnSO_4 + NaBiO_3 + HNO_3 \rightarrow Bi(NO_3)_3 + \dots$
3. $PJ_3 + HNO_3(k) \rightarrow$
4. $Zn + NaOH \rightarrow$
5. $NH_4NO_3 \rightarrow$
6. $KMnO_4 + FeCl_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
7. $K_2CrO_4 + HCl \rightarrow$
8. $CaH_2 + 2H_2O \rightarrow$

Задание 9

1. Указать, в каких из перечисленных реакций пероксид водорода служит окислителем, а в каких - восстановителем:

1. $J_2 + H_2O_2 \rightarrow HJO_3 + H_2O$;
2. $PbO_2 + H_2O_2 \rightarrow Pb(OH)_2 + O_2$;
3. $KClO_3 + H_2O_2 \rightarrow KCl + O_2 + H_2O$.

2. Составить электронно-ионные схемы процессов окисления и восстановления и закончить уравнения реакции:

1. $FeCl_3 + H_2S \rightarrow$
2. $H_2S + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$
3. $KNO_2 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow$
4. $S + H_2SO_4(\text{конц.}) \rightarrow$
5. $NaJ + NaJO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
6. $CuJ + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow$
7. $S + NaOH \rightarrow$
8. $CrCl_3 + Cl_2 + NaOH \rightarrow$

3. Исходя из степени окисления элементов, указать, какими окислительно-восстановительными свойствами обладают следующие соединения: Na_2S ; Na_2SO_3 ; H_2SO_4 ; $Na_2S_2O_8$.

Задание 10

1. Указать, какие из приведенных реакций относятся к окислительно-восстановительным:

1. $Rb + 2H_2O = 2RbOH + H_2$;
2. $NH_4NO_3 + NaOH = NH_3 + NaNO_3 + H_2O$;
3. $2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + H_2O$;
4. $SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$.

Ответ обосновать.

2. Составить уравнения методом электронного баланса и методом полуреакций:

1. $Sn + HNO_3(k) \rightarrow H_2SnO_3 + NO_2 + H_2O$;
2. $K + HNO_3(k) \rightarrow KNO_3 + N_2O + H_2O$;
3. $K + HNO_3(p) \rightarrow KNO_3 + NH_4NO_3 + H_2O$;
4. $Ca + HNO_3(p) \rightarrow Ca(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$;
5. $Pb + HNO_3(k) \rightarrow Pb(NO_3)_2 + H_2S + H_2O$;
6. $Zn + H_2SO_4(k) \rightarrow ZnSO_4 + H_2S + H_2O$;
7. $Zn + H_2SO_4(k) \rightarrow ZnSO_4 + S + H_2O$;
8. $Zn + H_2SO_4(k) \rightarrow ZnSO_4 + SO_2 + H_2O$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 1988, с.206-210.

Глинка Н.Л. Общая химия. Ленинград: Химия, 1982, с.266-272.

Карапетьянц М.Х. Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1981.

Угай Я.А. Общая химия. М.: Высшая школа 1977, с.248-253.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Ивановский государственный политехнический университет»



Ивановский политехнический колледж

Методические указания

**по выполнению практических занятий
по дисциплине «География»**

для обучающихся по профессиям и
специальностям среднего профессионального
образования

Иваново 2021

Методическая разработка составлена в соответствии с рабочей программой по дисциплине «География»

Составитель:

преподаватель высшей квалификационной категории Федорова Д.В.

ВВЕДЕНИЕ

Цель методических указаний – обеспечить четкую организацию проведения практических занятий по дисциплине, создать возможность студентам, отсутствовавшим на практическом занятии, самостоятельно выполнить работу, оформить отчет и своевременно защитить работу.

1.Методика проведения практических занятий.

Порядок проведения практического занятия включает:

- 1.1.Опрос студентов по теме практического занятия в разной форме.
- 1.2.Краткое сообщение преподавателя о целях практического занятия, порядке его проведения и оформления отчета.
- 1.3.Выполнение заданий студентами.
- 1.4.Подведение итогов преподавателем.

2.Порядок оформления заданий.

- 2.1.Задания выполняются в специально отведенной тетради.
- 2.2.Указывается число и тема занятия.
- 2.3.Сначала выполняются задания, а затем контрольные вопросы. Задания можно выполнять в произвольном порядке.

3.Порядок отчетности по практическому занятию.

- 3.1.Все выполненные работы должны быть сданы преподавателю.
- 3.2.Неудовлетворительная оценка, полученная при выполнении работы, должна быть отработана студентом самостоятельно, а работа повторно проверена преподавателем.
- 3.3.Студенты, отсутствовавшие на практическом занятии, выполняют работу самостоятельно и предоставляют отчет о выполнении работы преподавателю.

4.Критерии выставления оценки.

- 4.1. Оценка «отлично» выставляется, если выполнено правильно 100% работы: выполнены все задания и даны правильные ответы на контрольные вопросы.
- 4.2. Оценка «хорошо» выставляется, если выполнено правильно 80% -90% работы: не даны ответы на контрольные вопросы (или даны неправильно), сами задания выполнены верно.
- 4.2. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполнено правильно 60% -70% работы: допущены ошибки при выполнении письменной части работы, не даны ответы (или ответы неправильные) на контрольные вопросы и есть ошибки при заполнении контурной карты.
- 4.2. Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если выполнено правильно 50% работы и менее.

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 1

По дисциплине: География

Тема: «Составление тематических таблиц, характеризующих различные типы стран».

Цель занятия: Охарактеризовать и сделать классификацию стран по их уровню социально-экономического.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь анализировать текст и карту, составлять тематические таблицы, работать с атласом, знать необходимые для чтения карты условные обозначения, наносить необходимые данные на контурную карту.

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; атлас; контурные карты; учебник для 10-11 класса

Норма времени: 90 минут

Ход работы:

1. Заполнить таблицу:

Впишите в таблицу примеры государств, относящиеся к той или иной форме правления.

Форма правления	Разновидности формы правления	Примеры государств
Республики	1	
	2	
	...	
Монархии	1	
	2	
	...	

2. Заполнить таблицу:

Дайте определение и классификацию форм административно-территориального устройства стран мира и приведите пример.

Форма АТУ	Примеры государств
1.	
2...	

3. Работа с контурной картой:

Нанести на контурной карте границы стран, закрасить территорию разным цветом и указать наименование государств и их столиц, приведенных в качестве примера в таблице задания №1.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое монархия?
2. Что такое республика?
3. Какие еще, формы правления существуют на политической карте мира?
4. Какие еще виды классификаций государств вы можете перечислить?

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 2

По дисциплине: География

Тема: *«Определение и сравнение обеспеченности различных регионов и стран мира основными видами природных ресурсов».*

Цель занятия: Определение и сравнение обеспеченности различных регионов и стран мира основными видами природных ресурсов

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурной карте.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; карта полезных ископаемых и природных ресурсов; контурные карты и раздаточный материал.

Ход работы:

1. Определить на основе раздаточного материала, государства, входящие в пятерку стран по добыче следующих полезных ископаемых и выписать в таблицу в тетрадь:

Полезное Ископаемое	Каменный уголь	Нефть	Газ	Железная руда	Медь
Наименование государств					

2. На основании составленной таблицы, нанести на контурную карту границы трех стран лидеров по добыче каменного угля. В границах этих государств нанести крупнейшие угольные бассейны и обозначить, условными знаками, крупнейшие месторождения угля. Перечислить наименования бассейнов и месторождений в тетради.
3. На основании составленной таблицы, нанести на контурную карту границы трех стран лидеров по добыче нефти. В границах этих государств нанести крупнейшие нефтяные бассейны и обозначить, условными знаками, крупнейшие месторождения. Перечислить наименования бассейнов и месторождений в тетради.
4. На основании составленной таблицы, нанести на контурную карту границы трех стран лидеров по добыче меди. В границах этих государств обозначить, условными знаками, крупнейшие

месторождения. Перечислить наименования месторождений в тетради.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите государства которые, на ваш взгляд, обладают всеми видами природных ресурсов и полезных ископаемых.
2. Объясните каковы причины неравномерного распределения природных ресурсов и полезных ископаемых по территории мира?
3. Продолжите в тетради современную классификацию природных ресурсов

Исчерпаемые



Неисчерпаемые



ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОЙ (ЛАБОРАТОРНОЙ) РАБОТЫ № 3

По дисциплине: География

Тема: «Оценка демографической ситуации и особенностей демографической политики в различных странах и регионах мира».

Цель занятия: Оценить демографическую ситуацию и особенности демографической политики в различных странах и регионах мира при помощи тематических таблиц, атласа и контурной карты.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с тематическими таблицами, атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурную карту.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; тематические таблицы по теме «География населения мира».

Ход работы:

1. Задание: Население свыше 100 млн человек имеют следующие страны мира:

Бангладеш, Индия, Бразилия, Кения, Россия, Китай, Индонезия, Япония, США, Мексика, Пакистан, Филиппины.

- Расставьте эти страны в порядке убывания численности населения.
- Подсчитайте примерную долю этих стран (в %) в общей численности населения мира по формуле:

$M / 7300000000 = m * 100 = x\%$ (M- сумма численности населения перечисленных государств; m – производное* 100%; x – искомая доля стран в общемировом населении)

2. Задание: Отметьте границы стран, перечисленных выше, на контурной карте, подпишите страны, их столицы и укажите численность населения.

3. Из приведенного ниже списка стран выписать страны которые относятся к I и II – типу воспроизводства населения:

Австрия, Индия, Иордания, Италия, Мозамбик, Судан, Таджикистан, Уганда, Филиппины, Эстония

4. Вычислите среднюю плотность населения следующих государств по формуле:

$$: P = \frac{M}{S}$$

P – Плотность.

M - Общая численность населения страны.

S – Площадь государства.

- данные вписать в таблицу.

Наименование страны	S млн. кв. км	Плотность населения
Россия	17 075 400	
Китай	9 596 960	
США	9 372 610	
Мексика	1 972 550	
Монголия	1 564 116	
Бангладеш	144 000	
Монако	2	
Ватикан	0.44	

5. Распределите народы из ниже приведенного списка по типу вероисповедания:

Христиане	Мусульмане (ислам)	Буддисты
...

Итальянцы, калмыки, немцы, китайцы, японцы, ирландцы, поляки, индонезийцы, алжирцы, монголы, тибетцы, бразильцы, перуанцы, таджики, азербайджанцы, лаосцы, камбоджийцы, иракцы, аргентинцы.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «Демографическая политика»
2. Какие меры по вашему мнению власти РФ предпринимают в области демографической политики и на что они направлены.

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 4

По дисциплине: География

Тема: *«Определение особенностей размещения различных отраслей мирового хозяйства»*

Цель занятия: Оценить тенденции развития некоторых отраслей мирового хозяйства, указать особенности размещения предприятий черной и цветной металлургии, химической и легкой промышленности, машиностроения и деревообрабатывающей промышленности.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с тематическими таблицами, атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурную карту.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; тематические таблицы.

Ход работы:

1. Задание: На основании таблицы №1 определите на каких отраслях машиностроения специализируются страны.
2. Создайте круговую диаграмму где в круге, разными цветами, будут отображены доли отраслей специализации машиностроения страны.
3. Задание: Отметьте границы 5-ти стран лидеров, занятых в машиностроении, на контурной карте, отметьте и подпишите крупнейшие центры машиностроения страны.

Контрольные вопросы:

1. Определите соответствие между отраслью и фактором ее размещения:

1. Наукоемкий	А. Судостроение
2. Металлоемкий	Б. Железнодорожное машиностроение
3. Транспортный	В. Автомобилестроение
4. Потребительский	Г. Электротехника
5. Трудовые ресурсы	Д. Сельскохозяйственное машиностроение

2. Дайте определение – что такое мировое хозяйство?

3. Дайте определение – что такое международное географическое разделение труда.

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 5

По дисциплине: География

Тема: *«Определение основных направлений международной торговли товарами и факторов, формирующих международную хозяйственную специализацию стран и регионов мира».*

Цель занятия: Оценить тенденции развития некоторых отраслей мирового хозяйства, указать особенности размещения предприятий черной и цветной металлургии, химической и легкой промышленности, машиностроения и деревообрабатывающей промышленности.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с тематическими таблицами, атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурную карту.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; тематические таблицы.

Ход работы:

4. Задание: На основании таблицы №1 определите на каких отраслях машиностроения специализируются страны.
5. Создайте круговую диаграмму где в круге, разными цветами, будут отображены доли отраслей специализации машиностроения страны.
6. Задание: Отметьте границы 5-ти стран лидеров, занятых в машиностроении, на контурной карте, отметьте и подпишите крупнейшие центры машиностроения страны.

Контрольные вопросы:

4. Определите соответствие между отраслью и фактором ее размещения:

6. Научоемкий	А. Судостроение
7. Металлоемкий	Б. Железнодорожное машиностроение
8. Транспортный	В. Автомобилестроение
9. Потребительский	Г. Электротехника
10. Трудовые ресурсы	Д. Сельскохозяйственное машиностроение

5. Дайте определение – что такое мировое хозяйство?
6. Дайте определение – что такое международное географическое разделение труда.

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 6

По дисциплине: География

Тема: *«Составление картосхемы производственных связей стран Зарубежной Европы»*

Цели занятия:

- оценить тенденции развития некоторых отраслей Зарубежной Европы;
- указать особенности размещения крупнейших промышленных районов чёрной металлургии;
- отметить основные пути транспортировки нефти;
- обозначить крупнейшие страны потребители нефти;
- описать особенности развития автомобильной промышленности в Зарубежной Европе.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с тематическими таблицами и текстом учебника, атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурную карту.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; учебник «Географическая картина мира» книга II «Региональная характеристика мира» В.П. Максаковский

Ход работы:

1. Задание:
 - а. На основании текста учебника, определить и записать в тетрадь основные регионы и страны из которых нефть транспортируется в зарубежную Европу.
 - б. На контурной карте, отметить границы, семи стран крупнейших потребителей нефти, и крупнейшие месторождения нефти на территории зарубежной Европы подписать наименования стран и месторождений.
 - в. Нанести на контурную карту основные направления импорта нефти в зарубежную Европу.
 - г. Выписать в тетрадь крупнейшие страны импортеры нефти в Зарубежную Европу.
2. Задание:
 - а. На основании текста учебника описать в тетради особенности размещения предприятий черной металлургии на территории Зарубежной Европы.
 - б. Основываясь на данных учебника, выписать в тетрадь крупнейшие районы чёрной металлургии.
3. Задание

На основании данных учебника, составить таблицу с указанием в ней крупнейших европейских автомобильных компаний с данными о количестве выпускаемых ежегодно автомобилей.

Контрольные вопросы:

1. *Дайте краткую характеристику трех типов С/Х зарубежной Европы:*
2. Опишите особенности размещения предприятий машиностроения на территории зарубежной Европы.

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 7

По дисциплине: География

Тема: *«Составление комплексной экономико-географической характеристики стран Латинской Америки (по выбору учащихся)».*

Цели занятия:

- оценить тенденции развития государств Латинской Америки;
- указать особенности размещения крупнейших промышленных районов;
- Дать краткую характеристику хозяйства некоторых стран Латинской Америки;
- обозначить крупнейшие страны потребители нефти;
- описать особенности развития автомобильной промышленности в Зарубежной Европе.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с тематическими таблицами и текстом учебника, атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурную карту.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; учебник

Модуль 1

Пользуясь текстом учебника, его картами, таблицами, диаграммами, инструкциями, атласом, кратко описать латиноамериканскую страну - Бразилию.

1. Самостоятельно изучи материал учебника, карты атласа.
2. Выполни задание «Территориальная структура хозяйства Бразилии». Пользуясь атласом, на контурной карте страны покажи индустриальный треугольник Бразилии. Условными знаками покажи специализацию его вершин, Большой Каражас, новую столицу государства, главную «линию проникновения» Транс-амазонское шоссе.

3. Заполни таблицу «Площадь и население экономических районов Бразилии»:

Экономический район	S тыс. км ²	Население млн. человек
...

Модуль 2

Пользуясь текстом учебника, его картами, таблицами, диаграммами, инструкциями, атласом, кратко описать промышленные районы Латинской Америки — в Мексике, Венесуэле и Бразилии, найти доказательства того, что эти страны на пути перестройки прежней колониальной отраслевой и территориальной структуры хозяйства добились определенных успехов.

1. Самостоятельно изучи материал учебника, карты атласа.

2. Заполни таблицу «Главные промышленные районы Латинской Америки».

Районы обрабатывающей промышленности	Промышленные узлы и районы, возникшие на базе топливного и рудного сырья	Районы нового освоения	Промышленный район особого типа
...

3. На основании рисунка 240 стр.454 нанести на карту районы нефтяной добычи в Латинской Америке.

4. Заполни таблицу «Особенности ключевых стран Латинской Америки»:

Черты сравнения	Мексика	Аргентина
1. Колониальное прошлое		
2. Большие размеры территории		
3. Численность населения		
4. Главные полезные ископаемые		
5. Товарное сельское хозяйство		
6. Городские агломерации		

Модуль 3

Пользуясь тестом учебника, его картами, диаграммами, таблицами, кратко описать главные сельскохозяйственные районы Латинской Америки. Найти доказательства и причины монокультурной специализации.

1. Самостоятельно изучи материал учебника, карты атласа.

2. На основании данных рисунка нанесите на контурную карту основные районы сельскохозяйственного производства Латинской Америки.

3. заполни таблицу «Главные сельскохозяйственные районы Латинской Америки»

Районы традиционного потребительского или малотоварного земледелия	Районы товарного зернового хозяйства	Районы экстенсивного скотоводства	Районы плантационных тропических культур.	Пампа
...

4. Дай определение:
 Латифундия
 Фазенда
 Эстансия
 Пампа
 Гаучо

ИНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 8

По дисциплине: География

Тема: *«Определение роли России и её отдельных регионов в международном географическом разделении труда».*

Цели занятия:

- отработать умение строить картодиаграммы по образцу, используя статистические данные таблиц, карты атласа;
- изучить данные таблиц по экспорту основных видов минеральных ресурсов из РФ.

Приобретаемые умения и навыки: Уметь работать с тематическими таблицами и текстом учебника, атласом и контурной картой, знать необходимые для чтения карты условные обозначения и уметь наносить их на контурную карту.

Норма времени: 90 минут

Учебно-методическое оснащение рабочего места: Методическое пособие для проведения практических занятий; политическая карта мира; атлас, таблицы и графики.

Ход работы:

Основной формой внешнеэкономических связей России является внешняя торговля.

Внешнеторговый оборот России в 2009 г. составил 495,8 млрд долл. (64,9% к уровню 2008 г.). При этом экспорт равнялся 304 млрд долл. (64,5% к показателю предыдущего года), импорт — 191,9 млрд долл. (65,7%).

Доля России в мировом экспорте в 2009 г. составила 2,4%, а в импорте — 1,3%.

Задание 1. Построение картодиаграммы нефтяной промышленности России.

Используя таблицу «Важнейшие регионы России по добыче минерального топлива», на контурной карте постройте картодиаграмму развития и размещения нефтяной промышленности России (диаметр знака: 20 млн. т = 5 мм).

Таблица 1. Важнейшие регионы России по добыче минерального топлива:

Добыча нефти		Добыча природного газа		Добыча угля	
--------------	--	------------------------	--	-------------	--

<i>Субъект РФ</i>	<i>Добыча (млн. т)</i>	<i>Субъект РФ</i>	<i>Добыча (млрд. м³)</i>	<i>Субъект РФ</i>	<i>Добыча (млн. т)</i>
Ханты-Мансийский АО	167	Ямало-Ненецкий АО	523	Кемеровская область	113
Ямало-Ненецкий АО	31	Оренбургская область	27	Красноярский край	40
Татарстан	26	Ханты- Мансийский АО	19	Коми	18
Башкирия	13	Астраханская область	8	Иркутская область	16
Пермская область	9	Коми	4	Читинская область	11
Оренбургская область	9	-	-	Якутия	10
Самарская область	8	-	-	Ростовская область	9
Коми	8	-	-	Челябинская обл.	5

Задание 2. Используя таблицу, «Источники, маршруты и направления поставок нефти из России на Тихоокеанские рынки в 2010 – 2030 гг., млн тонн в год (средние значения)» и атлас, запишите в тетради основные направления экспорта минеральных ресурсов из России. А так же источники импорта готовой продукции.

Таблица 2. Источники, маршруты и направления поставок нефти из России на Тихоокеанские рынки в 2010 – 2030 гг., млн тонн в год (средние значения)

Источник, маршрут, направление / Год	2010	2015	2020	2025	2030
из Западной Сибири	25	35	46	38	29
Нефтепровод Омск – Атасу – Алашанькоу					
в Китай	2	5	10	10	10
Железная дорога (Забайкальск – Маньчжурия; Наушки – Сухэ-Батор; Гродеково – Суйфэнхэ)					
в Китай	12	10	5	5	5
Нефтепровод ВСТО (включая отвод Сковородино – Дацин, порты Дальнего Востока)					
в Китай	5	10	15	10	10
в Японию	2	3	5	3	1
в Корею	3	5	7	7	2
другие страны Тихоокеанского рынка	1	2	4	3	1
Всего из Западной Сибири по ВСТО на экспорт	11	20	31	23	14
из Восточной Сибири	7	27	41	58	75
Железная дорога (Забайкальск – Маньчжурия; Наушки – Сухэ-Батор; Гродеково – Суйфэнхэ)					
в Китай	1	2	2	2	2
Нефтепровод ВСТО (включая отвод Сковородино – Дацин, порты Дальнего Востока)					
в Китай	3	12	20	30	38,8
в Японию	1	5	5	7	9,5
в Корею	2	7	10	14	19,2
другие страны Тихоокеанского рынка	0	1	4	5	5,5
Всего из Восточной Сибири по ВСТО на экспорт	6	25	39	56	73
с Дальнего Востока (Сахалин, Камчатка)	16,3	17,6	22,1	26,1	29,1
Из терминала Де Кастри					
в Китай	2,6	2,9	3,7	3,9	4,1
в Японию	0,4	0,5	1,7	2,0	2,1
в Корею	2,2	2,4	3,1	3,3	3,5
другие страны Тихоокеанского рынка	3,5	3,8	3,8	3,9	4,1
Всего из терминала Де Кастри	8,8	9,5	12,3	13	13,8
Из терминала в Пригородном, морских платформ					
в Китай	1,5	1,6	2,6	3,9	4,4
в Японию	4,5	4,6	4,5	4,5	4,4
в Корею	1,5	1,7	2,1	3,5	5,3
другие страны Тихоокеанского рынка	0,0	0,1	0,6	1,2	1,3
Всего из терминала в в Пригородном, морских платформ	7,5	8,1	9,8	13,1	15,3
Из России на Тихоокеанский рынок, всего	48,3	79,6	109,1	122,1	133,1
в Китай	27,1	43,5	58,3	64,8	74,3
в Японию	7,9	13,1	16,2	16,5	16,9
в Корею	8,7	16,1	22,2	27,8	30,0
другие страны Тихоокеанского рынка	4,5	6,9	12,4	13,1	11,9

Контрольные вопросы:

1. Какова особенность торговых отношений России со странами зарубежья.
2. Что такое импортозамещение? И какие шаги в этом направлении сделаны РФ в последние годы.

Использованные источники

1. Баранчиков Е.В. География: учеб. для студ. учреждений СПО / 8-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2021. – 320 с. ISBN 978-5-4468-9801-5

Электронные издания (электронные ресурсы):

1. www.wikipedia.org - сайт общедоступной мультязычной универсальной интернет-энциклопедии.
2. <http://www.fao.org/home/ru/> - сайт Международной сельскохозяйственной и продовольственной организации ООН (ФАО).