


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«Профессиональное училище № 48 п. Подгорный»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению практических работ
по учебной дисциплине
Физика.

образовательной программы (ОП)
для профессии: 35.01.01 «Мастер по лесному хозяйству».

Рассмотрено и одобрено
на заседании предметно-цикловой
комиссии общеобразовательных
дисциплин
протокол № 1 от «18» 08 2021 г.
Председатель ПЦК 
Н. Ю. Елизарьева

Методические указания по организации и выполнению практических занятий по учебной дисциплине «Физика» разработаны в соответствии с требованиями к результатам обучения ФГОС СПО по профессии: 35.01.01 Мастер по лесному хозяйству.

Организация-разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области «Профессиональное училище № 48 п. Подгорный».

Разработчик: Помехина М. А. преподаватель общеобразовательных дисциплин ГБПОУ ПУ № 48 п. Подгорный

Содержание:

Пояснительная записка.....	4
Правила выполнения практических заданий.....	4
Критерии оценивания практических работ.....	5
Перечень практических занятий.....	6
Комплект практических работ.....	7
Список литературы.....	40

Пояснительная записка

Практические занятия по учебной дисциплине «Физика» предназначены для студентов 1 и 2 курсов СПО по профессии:

35.01.01 Мастер по лесному хозяйству.

Предлагаемый курс основан на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении физики на теоретических занятиях.

Цели и задачи практических занятий:

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения физических задач и самостоятельного приобретения новых знаний;
- уметь применять знания по физике для объяснения явлений природы, свойств вещества, решения физических задач, самостоятельного приобретения и оценки новой информации физического содержания, использования современных информационных технологий,
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических, жизненных задач.

Курс практических занятий прежде всего ориентирован на развитие у студентов интереса к занятиям, на организацию самостоятельного познавательного процесса и самостоятельной практической деятельности. Занятия по решению теоретических задач дают возможность обеспечить студентов материалами для самостоятельной работы.

Правила выполнения практических заданий

Подготовка к практическим работам заключается в самостоятельном изучении теории по рекомендуемой литературе, предусмотренной рабочей программой. Выполнение заданий производится индивидуально в часы, предусмотренные расписанием занятий в соответствии с методическими указаниями к практическим работам. Отчет по практической работе каждый студент выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по оформлению.

Отчет выполняется в рабочей тетради, сдается преподавателю по окончании занятия или в начале следующего занятия. Отчет должен включать пункты:

- название практической работы
- цель работы
- задание
- решение, развернутый ответ, таблица, ответы на контрольные вопросы (в зависимости от задания)
- вывод по работе

Практическая работа считается выполненной, если она соответствует критериям, указанным в практической работе. Если студент имеет пропуски практических занятий по уважительной или неуважительной причине, то выполняет работу во время консультаций отведенных группе по данной дисциплине.

Обучающийся подробно изучает инструкцию по выполнению практической работы, затем приступает к её выполнению.

В конце занятия преподаватель оценивает практическую работу определённой суммой баллов (по пятибалльной системе) и ставит итоговую оценку

Критерии оценивания практических работ.

Отметка "5"

Практическая работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые для проведения практических и самостоятельных работ теоретические знания, практические умения и навыки.

Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка "4"

Практическая или самостоятельная работа выполнена студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка "3"

Практическая работа выполнена и оформлена с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывали затруднения при самостоятельной работе со статистическими материалами.

Отметка "2"

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

Перечень практических работ.

Перечень практических работ	Кол-во часов
Практическое занятие профессиональной направленности «Решение задач на	3 ч

движение».	
Практическое занятие «Относительность движения».	1 ч
Практическое занятие «Решение задач: законы динамики Ньютона».	1 ч
Практическое занятие «Зависимости силы трения от веса тела».	1 ч
Практическое занятие «Изучение закона сохранения импульса».	1 ч
Практическое занятие «Изучение законов сохранения энергии».	2 ч
Практическое занятие профессиональной направленности «Диффузия в жизни растений».	1 ч
Практическое занятие «Изучение газовых законов».	1 ч
Практическое занятие «Решение задач: КПД теплового двигателя».	2 ч
Практическое занятие профессиональной направленности «Капиллярные явления в природе».	1 ч
Практическое занятие «Взаимодействие заряженных тел ».	2 ч
Практическое занятие «Закон Ома для участка цепи».	2 ч
Практическое занятие «Ома для полной цепи».	1 ч
Практическое занятие «Сила Ампера».	1 ч
Практическое занятие «Сила Лоренца».	1 ч
Практическое занятие «Сила Ампера, сила Лоренца».	1 ч
Практическое занятие «Явление электромагнитной индукции. Магнитное поле».	4 ч
Практическое занятие «Изучение колебаний математического маятника».	
Практическое занятие «Колебания и волны».	1 ч
Практическое занятие профессиональной направленности «Решение задач: Трансформаторы и генераторы тока».	1 ч
Практическое занятие «Электромагнитные волны».	2 ч
Практическое занятие профессиональной направленности «Изучение законов отражения и преломления».	1 ч
Практическое занятие «Закон фотоэффекта».	2 ч
Практическое занятие «Строение атома».	1 ч
Практическое занятие «Решение задач: Закон радиоактивного распада».	1 ч
	1 ч

РАЗДЕЛ 1. Механика.

Практическое занятие профессиональной направленности

«Решение задач на движение».

Цель работы: научиться применять теоретические знания при решении задач.

10. В какой части воздухоочистителя трактора проявляется действие силы, соответствующей частицам пыли центростремительное ускорение при всасывании? Какие (по величине) частицы попадают в пылесборник, а какие в отстойник? Почему?

1. трактор за первые 5 минут проехал 600 метров. Какой путь он пройдет за 0,5 часа двигаясь с той же скоростью?

2. При подходе к светофору автомобиль уменьшил скорость с 43,2 до 28,8 км/ч за 8 секунд. Определите ускорение и длину тормозного пути.

3. Автомобиль движется по горизонтальному асфальтированному шоссе со скоростью 72 км/ч. Определить тормозной путь негруженого и груженого автомобиля, зависит ли он от нагрузки, при полном торможении (машина идет юзом)?

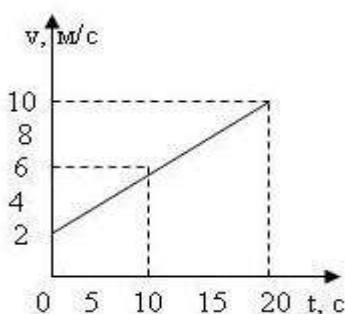
4. На токарном станке обрабатывается вал. Мощность, развиваемая двигателем станка, 3 кВт. Какая совершается при этом работа, если на обработку вала уходит 2 мин?

5. Автомобиль массой 2000 кг движется по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч, сила сопротивления движению составляет 0,05 его веса. Определите, какую мощность развивает при этом двигатель.

6. Шофер автомобиля выключает двигатель и начинает тормозить в 20 м от светофора (дорога горизонтальная). Считая силу трения колес о дорогу равной 4000 Н, найдите, при какой наибольшей скорости автомобиль успеет остановиться перед светофором, если масса 1,6 т.

7. Шофер выключил двигатель автомобиля при скорости 72 км/ч. Пройдя после этого 34 м, автомобиль остановился. Чему равна кинетическая энергия автомобиля в момент выключения двигателя, если сила трения колес о дорогу равна 5880 Н? Какова масса автомобиля?

8. По графику скорости материальной точки (см. рис.) определите:
- начальную скорость тела и скорость через 10 с после начала движения,
 - ускорение тела,
 - запишите уравнение скорости тела



9. Скорость гоночного авто в момент начала разгона 10 м/с , ускорение 5 м/с^2 . Определите путь, пройденный авто за 10 с после начала движения. Какова скорость авто в конце десятой секунды разгона.
10. Чему равна линейная скорость точки обода колеса, если радиус колеса 30 см и один оборот она совершает за 2 секунды ?
11. Тормозной путь авто, движущегося со скоростью 50 км/ч равен 10 м . Чему равен тормозной путь этого же авто при скорости 100 км/ч .

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 3 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие профессиональной направленности

Тема: «Относительность движения».

Цель работы: Сравнить равномерное и неравномерное движение. Найти для одного и того же тела различные системы отсчета. Определить скорость движения тела. Переводить произвольные единицы измерения в основные.

1. Относительное движение в одном направлении

По шоссе движется перевозчик со скоростью 13 м/с . В том же направлении движется другой перевозчик со значением скорости, равным $12,2 \text{ м/с}$. В ответе запиши, с какой скоростью по модулю движется первый перевозчик относительно другого.

Шаги решения:

Запишем краткое условие к этой задаче.

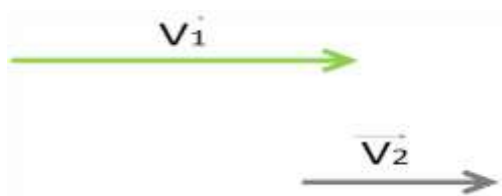
Дано:

$$|\vec{V}_1| = 13 \text{ м/с};$$

$$|\vec{V}_2| = 12,2 \text{ м/с};$$

$$|\vec{V}| = ?$$

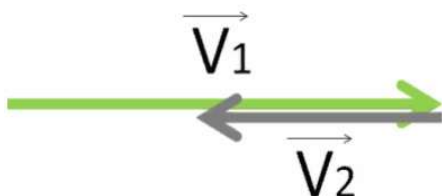
Чтобы найти, с какой скоростью по модулю первый перевозчик движется относительно другого, необходимо заметить, что они оба движутся в одном направлении.



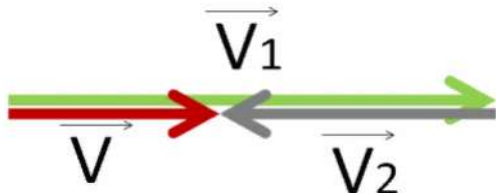
Найти скорость, с которой первый перевозчик движется относительно другого, очень просто.

Нужно отнять от его вектора скорости \vec{V}_1 вектор \vec{V}_2 , с которой движется другой перевозчик.

Чтобы это сделать, нужно к вектору \vec{V}_1 прибавить вектор \vec{V}_2 , только поменяв его направление.



Результирующий вектор \vec{V} получим, соединив начало первого вектора с концом последнего.



Получим вектор \vec{V} красного цвета.

Чтобы найти его числовое значение, нужно от числового значения вектора \vec{V}_1 отнять числовое значение вектора \vec{V}_2 и результат взять по модулю.

Получим:

$$|\vec{V}| = |13 - 12,2| = 0,8 \text{ м/с.}$$

2. Относительная скорость тел, движущихся под прямым углом друг к другу

По свежеположенной дороге перемещается гусеничный трактор, имея скорость 6,3 км/ч. Перпендикулярно движется другой гусеничный трактор со скоростью 8,2 км/ч. Найди значение модуля скорости, с которой движется первый гусеничный трактор относительно другого.

Шаги решения:

Запишем краткое условие к этой задаче.

Дано:

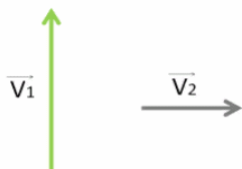
$$|\vec{V}_1| = 6,3 \text{ км/ч;}$$

$$|\vec{V}_2| = 8,2 \text{ км/ч;}$$

$$|\vec{V}| = ?$$

Как мы видим, первый гусеничный трактор движется под углом 90 градусов к другому.

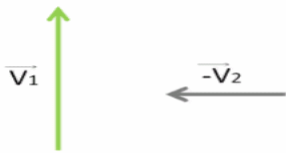
Покажем направления их скоростей с помощью векторов \vec{V}_1 и \vec{V}_2 .



Чтобы найти скорость, с которой движется первый гусеничный трактор относительно другого, необходимо векторно от скорости первого \vec{V}_1 отнять скорость второго \vec{V}_2 .

Отнимание вектора \vec{V}_2 проще заменить сложением вектора, противоположного ему: $-\vec{V}_2$.

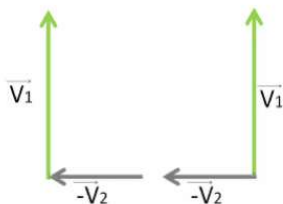
Получим:



Чтобы найти результирующую скорость \vec{V} , необходимо векторно сложить векторы \vec{V}_1 и $-\vec{V}_2$. Для интереса попробуем это сделать двумя способами.

Выстраиваем их друг за другом, чтобы получились стороны треугольника.

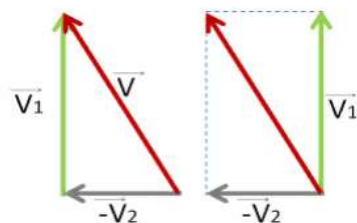
Или соединяем начала этих векторов — тогда будем использовать правило параллелограмма.



Для сложения по правилу треугольника просто соединяем начало первого вектора с концом последнего.

Для сложения по правилу параллелограмма дорисовываем ещё две стороны напротив уже имеющихся двух.

Должен получиться один и тот же вектор \vec{V} . Изобразим его красным.



Результат сложения не зависит от выбора правила сложения — по правилу треугольника или параллелограмма.

Как видно, у нас получился прямоугольный треугольник со сторонами \vec{V}_1 , $-\vec{V}_2$, \vec{V} .

По условию задачи нам известны две его стороны, это два катета:

$|\vec{V}_1| = 6,3$ км/ч и $|\vec{V}_2| = 8,2$ км/ч.

Используя теорему Пифагора, мы можем найти гипотенузу \vec{V} :

$$|\vec{V}| = \sqrt{(|\vec{V}_1|)^2 + (|\vec{V}_2|)^2}.$$

Численно получим:

$$|\vec{V}| = \sqrt{6,3^2 + 8,2^2} = 10,3 \text{ км/ч.}$$

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 45 минут.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие
Законы динамики Ньютона.

Цель: закрепить знания по теме законы динамики Ньютона, уметь применять формулы при решении задач.

1. Трактор, сила тяги которого на крюке 15кН, сообщает прицепу ускорение $0,5\text{ м/с}^2$. Какое ускорение сообщит тому же прицепу трактор, развивающий тяговое усилие 60 кН?
2. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8\text{ м/с}^2$. Какая сила сообщает этому телу ускорение 2 м/с^2 ?
3. Определите массу автомобиля, движущегося при торможении с ускорением 2 м/с^2 , если сила трения 6 кН?
4. С какой силой нужно действовать на тело массой 5 кг, чтобы оно двигалось вертикально с ускорением 15 м/с^2 .
5. Груз массой 0,4 кг поднимают по вертикали с помощью нити. В течение 2 с модуль скорости груза изменился от 2 до 10 м/с. Найдите силу, с которой нить действует на груз?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

Зависимость зависимости силы трения от веса тела.

Цель: научиться применять формулы при решении задач.

Текст задания

Задание 1. Определите силу трения скольжения бруска массой 50 г с набором грузов массой по 100 г о деревянную поверхность, если коэффициент трения скольжения дерева по дереву составляет $\mu=0,5$. Значение ускорения свободного падения принять $g=10\text{ м/с}^2$.

№ п/п	Количество грузов на бруске	Вес бруска с грузами Р, Н	Сила трения скольжения Fтр, Н
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		

Задание 2. Скорость автомобиля массой 1,5 тонны изменяется по закону $v_x = 0,35t$. Определите силу тяги, действующую на автомобиль, если:

- а) коэффициент трения $\mu = 0,8$.
- б) сопротивлением движению пренебречь.

Задание 3. Тепловоз на горизонтальном участке пути длиной 600м развивает постоянную силу тяги 147кН. Скорость поезда возрастает при этом от 36 до 54 км/ч. Определите силу сопротивления движения, считая ее постоянной, если известно, что масса поезда составляет:

- а) $m = 500$ т;
- б) $m = 1000$ т.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическая работа

Изучение закона сохранения импульса.

Цель: закрепить знания по изученной теме.

Закон сохранения импульса целесообразно применять для решения тех задач, в которых требуется определить скорость, а не силу и ускорение.

Текст задания

Задание 1. На платформу массой 500 кг, движущуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/с, насыпали 100 кг щебня. Какой стала скорость платформы?

Задание 2. Неподвижный вагон массой $2 \cdot 10^4$ кг сцепляется с платформой массой $3 \cdot 10^4$ кг. До сцепки платформа имела скорость 1 м/с. Какова скорость вагона и платформы после их сцепки?

Задание 3. На плот, массой 100 кг, имеющий скорость 1 м/с, направленную вдоль берега, прыгает человек массой 50 кг со скоростью 1,5 м/с, перпендикулярно берегу. Какой будет общая скорость плота и человека?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

Изучение законов сохранения энергии.

Цель: научить применять формулы при решении задач.

Алгоритм решения:

1. Убедиться, что на тело действуют только консервативные силы.
2. Выбрать систему отсчета, относительно которой будет рассматриваться движение тел.
3. Выбрать нулевой уровень отсчета E_p .
4. Записать выражение для полной энергии системы или тела в начальном и конечном состояниях.

Текст задания

Задание 1. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 8,6 м/с. На какой высоте его потенциальная и кинетическая энергия станут одинаковыми?

Задание 2. Мяч брошен с высоты 12 метров над поверхностью земли. Считая удар мяча о землю абсолютно упругим, определить:

- a) Какой будет механическая энергия мяча в момент удара о землю, если его масса 500 г., а начальная скорость составляет 12 м/с.
- b) С какой скоростью надо бросить мяч, чтобы он подпрыгнул на высоту 14 метров.

Задание 3. Тело массой 1 кг падает с высоты 2 метров на тело массой 0,5 кг, укрепленного на пружине, жесткость которой составляет 20 кН/м. Определите максимальное сжатие пружины, если удар абсолютно неупругий. Массой пружины пренебречь.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

РАЗДЕЛ 2. Основы молекулярной физики.

Практическое занятие профессиональной направленности

Диффузия в жизни растений.

Цель: сформировать понятия: диффузия, показать профессиональную значимость физики для специалистов лесного хозяйства.

Оборудование и материалы: презентация, материалы и оборудование для проведения опытов.

Ход урока

1. Явление диффузии

1.1. Преподаватель физики проводит беседу со студентами: (Слайд 3)

- 1) перечислите основные положения молекулярно-кинетической теории;
- 2) какими жизненными наблюдениями, опытами можно обосновать основные положения МКТ?

1.2. Понятие диффузии, где происходит диффузия, скорость ее протекания.

Преподаватель физики: одним из основных доказательств того, что все вещества состоят из атомов, которые движутся беспорядочно, есть явление диффузии.

Диффузия – это явление проникновения молекул одного вещества между молекулами другого вещества (Рисунок № 1)

Если опустить в стакан с кипятком несколько кусочков сахара, то постепенно концентрация сахара в растворе станет равномерной, а объем содержимого в стакане практически не изменится, это объясняется проникновением молекул сахара в раствор и наоборот. (Слайд 4)

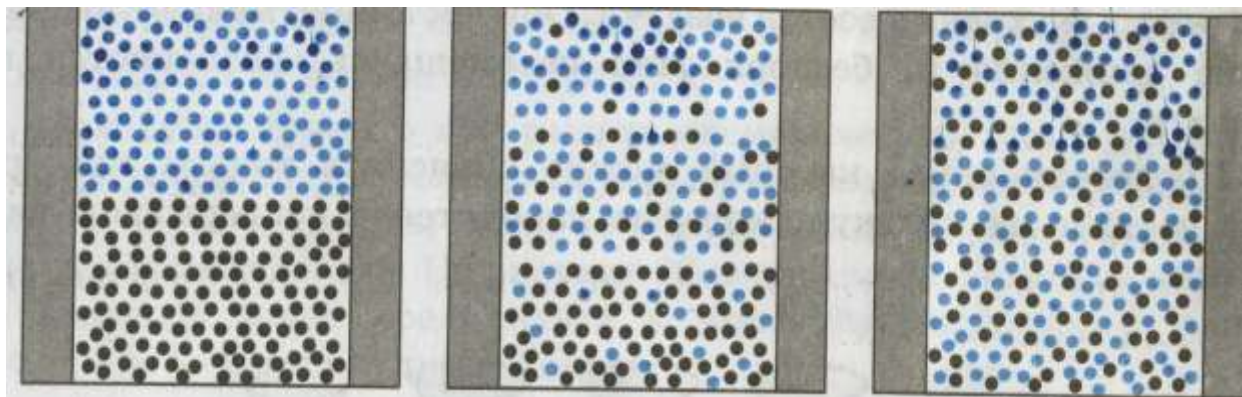


Рисунок №1. Явление диффузии

1.3. Демонстрация явления диффузии на модели:

- в стаканчик насыпать не доверху горох;
- досыпать стаканчик с горохом пшеном;
- слегка встряхнуть

(Четко видно, как проникают крупинки пшена в промежутки между горошинами) (Слайд 5)

1.4. Демонстрация диффузии в газах: распыление освежителя (если обучающийся почувствовал запах, он должен встать. Постепенно через пару минут встанут все обучающиеся)

Вывод: жидкость освежителя превращается в пар, молекулы пара находятся в движении, скорость молекул газа значительна, между молекулами воздуха есть промежутки, молекулы распылителя проникают между молекулами воздуха, перемешиваясь друг с другом (Слайд 6)

1.5. Демонстрация диффузии в жидкости и ее зависимость от температуры (Слайд 7)

Оборудование: 2 стакана с водой разной температуры, пипетка, перманганат калия

Ход работы:

- 1.В стакан с холодной водой с помощью пипетки опустить несколько капель перманганата калия.
2. Затем в стакан с горячей водой с помощью пипетки опустить несколько капель перманганата калия.

3. Сделать вывод о зависимости скорости движения молекул от температуры жидкости.

Вывод: Диффузия наблюдается в жидкостях и ускоряется с повышением температуры

1.6. Диффузии в твердых телах:

Хорошо очищенные и плотно прижатые друг к другу пластины из золота и свинца за 5 лет диффундируют на глубину 1мм

Выводы:

- диффузия происходит во всех веществах: газах, жидкостях и твердых телах;

- скорость протекания диффузии зависит от рода вещества ($V_{г} > V_{ж} > V_{т}$), т.к. скорости молекул веществ, находящиеся в различных агрегатных состояниях, различны.

- скорость протекания диффузии зависит от температуры

2. Диффузия в растительном мире

2.1. Понятие диализа и осмоса.

Исходя из темы учебного занятия, уместно привести высказывание великого русского естествоиспытателя К.А.Тимирязева: « Будем ли мы говорить о питании корня за счет веществ, находящихся в почве, будем ли говорить о воздушном питании листьев за счет атмосферы или питании одного органа за счет другого, соседнего, - везде для объяснения мы будем прибегать к тем же причинам: диффузия»

Действительно, в растительном мире очень велика роль **диффузии**.

В мире живых организмов **диффузия** проявляется в двух формах - диализе и осмосе.

Диализом называется диффузия молекул растворенного вещества, а

осмосом - диффузия растворителя через полупроницаемую мембрану

Основную роль для диффузионных процессов в живых организмах играют мембраны клеток, находящихся на поверхности клеток, клеточных ядер и вакуолей и обладающих избирательной проницаемостью (Рисунок 2)

2.2. Строение клетки

Рисунок 2.



Впервые осмос наблюдал А. Нолле в 1748, однако исследование этого явления было начато спустя столетие

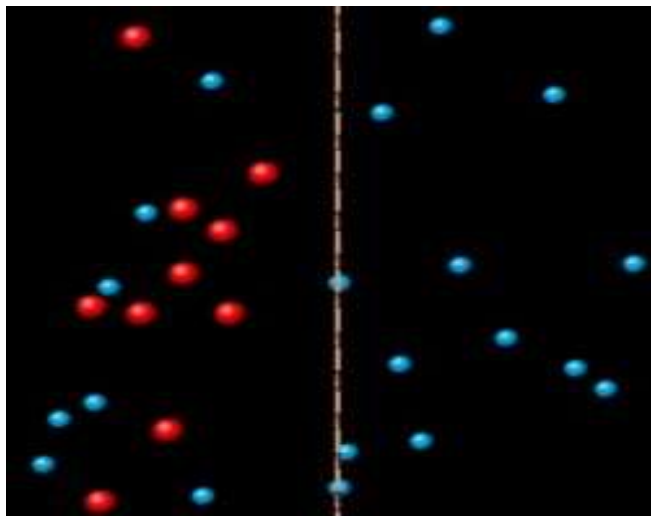


Рисунок 3. Осмос через полупроницаемую мембрану. Частицы растворителя (синие) способны пересекать мембрану, частицы растворённого вещества (красные) — нет

2.3. Демонстрация осмоса и диализа

Оборудование: стакан, вода, изюм.

Ход опыта: насыпаем в стакан сухой изюм и наливаем туда воду. Через некоторое время изюм набухает и становится гладким, а вода становится сладкой.

Вывод:

1. Во время набухания изюма происходит процесс осмоса, т.е. вода через поры мембраны клеток поступает в цитоплазму и вакуолю с клеточным соком, объем которого возрастает. Внутреннее давление сока вакуоле через цитоплазму передается на оболочку клетки, распирая ее подобно воздуху в резиновой шине. Это явление называется осмотическим давлением (осмосом)
2. Во время поступления воды в изюм, происходит растворение находящихся в нем концентрированных сахаров и молекулы растворенного сахара будут диффундировать через мембраны клеток в стакан с водой, пока их концентрация не станет одинаковой, а вода сладкой. Это явление называется диализом, то есть диффузия молекул растворенного вещества

2.4. Примеры диффузии в живой природе.

Сегодня на конкретных примерах мы познакомились с явлением диффузии, которые рассматриваются не только в ботанике, но и при изучении таких специальных дисциплин, как почвоведение, дендрология, лесоведение, лесоводство и т.д.

1. В почвенных водах содержатся в растворенном виде при небольших концентрациях минеральные соли и некоторые органические соединения. Вода из почвы в растения попадает путем осмоса через мембраны корневых волосков. Т.к. концентрация воды в почве выше, чем внутри корневых волосков, то происходит диффузия из зоны с большей концентрацией в зону с

меньшей. Как следствие, после поглощения воды в этих клетках повышается концентрация, возникает корневое давление, обуславливающее восходящий ток сока по корням и стеблю.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

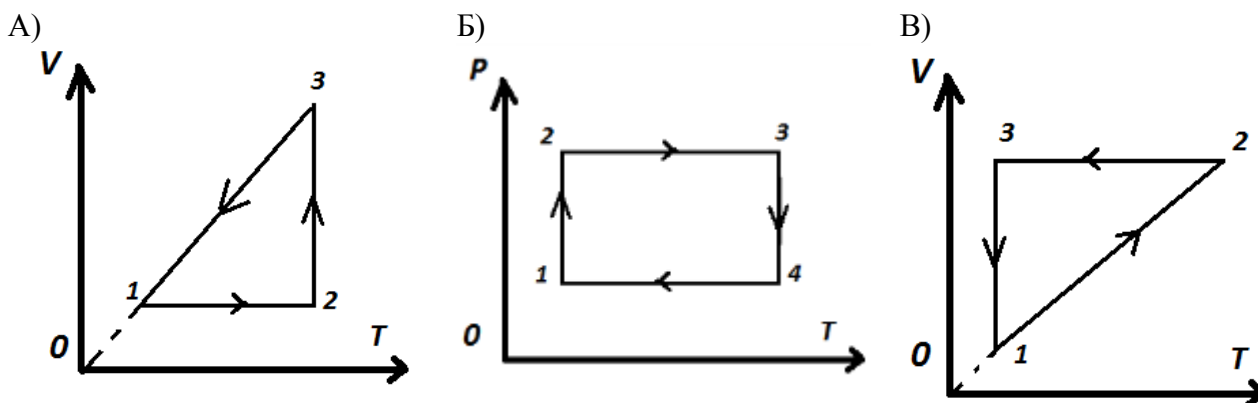
Практическое занятие

Изучение газовых законов.

Цель: изучить газовые законы, уметь изображать их графически, научиться решать задачи по теме.

Текст задания

Задание 1. Дан график-цикл изменения состояния идеального газа в координатах V, T (P, T). Представьте этот процесс и опишите его на графиках в координатах P, V и P, T (V, T).



Задание 2. Газ сжат изотермически от объема $V_1=8\text{л}$ до объема $V_2=6\text{л}$. Давление при этом возросло на $\Delta p=4\text{кПа}$. Каким было начальное давление p_1 ?

Задание 3. Чему равен объем одного моля идеального газа при нормальных условиях?

Задание 4. Во сколько раз изменится давление одноатомного газа в результате уменьшения его объема в 3 раза и увеличения средней кинетической энергии его молекул в 2 раза?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие профессиональной направленности

Решение задач: « Определение КПД ».

Цель: научиться применять формулы при решении задач.

1 Определите КПД двигателя трактора, которому для выполнения работы 15 МДж потребовалось израсходовать 1,2 кг топлива с удельной теплотой сгорания 42 МДж/кг.

- 2 Каков КПД теплового двигателя, который совершил полезную работу 70 кДж, если при полном сгорании топлива выделилась бы энергия 200 кДж?
- 3 Определите КПД двигателя трактора, которому для выполнения работы 18,9 МДж потребовалось 1,5 кг топлива с $q = 42$ МДж/кг?
- 4 Сравните внутреннюю энергию аргона и гелия при одинаковых температурах. Массы газов равны между собой.
- 5 На сколько увеличилась внутренняя энергия 1 кг воды при нагревании ее на 2 градуса Цельсия?
- 6 Двигатель мощностью 10кВт потребляет в час объем бензина равный 3 л. Определите КПД двигателя?
- 7 Тепловой двигатель получает от нагревателя за 1 с 7200 кДж теплоты и отдает холодильнику 5600 кДж. Каков КПД теплового двигателя?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие профессиональной направленности

Капиллярные явления в природе.

Цель – выявить какую роль играют капиллярные явления в природе и технике.

Жидкость - агрегатное состояние вещества, занимающее промежуточное положение между его твёрдым и газообразным состояниями. Самая распространённая жидкость на Земле - вода. Её твёрдое состояние - лёд, а газообразное - пар.

1. Расстояние между молекулами меньше радиуса молекулярного действия. Они обладают большей свободой, чем молекулы твёрдого вещества, хотя полностью свободно перемещаться не могут. Между молекулами существует ближний порядок.

2. Молекулы колеблются около положения равновесия очень короткое время ($10^{-10} - 10^{-12}$ с), затем молекула переходит в новое состояние равновесия.

3. Вследствие действия молекулярных сил в жидкости возникает молекулярное давление (1100 МПа)

Основное физическое **свойство** жидкости - **текучесть**. Когда к жидкости прикладывается внешняя сила, в ней возникает поток частиц, направление которого совпадает с направлением этой силы. Наклонив чайник с водой, мы увидим, как вода потечёт из его носика вниз под действием силы тяжести. Точно так же вытекает вода из лейки, когда мы поливаем растения в саду. Подобное явление мы наблюдаем в водопадах.

Вследствие текучести жидкость способна менять форму за малое время под действием даже небольшой силы. Все жидкости могут литься струёй, разбрызгиваться каплями. Их легко перелить из одного сосуда в другой. При этом они **не сохраняют форму**, а принимают форму того сосуда, в котором находятся. Это свойство жидкости используют, например, при литье металлических деталей. Расплавленный жидкий металл разливают в формы определённой конфигурации. Остывая, он превращается в твёрдое тело, сохраняющее эту конфигурацию.

Текучесть увеличивается с ростом температуры жидкости и уменьшается при её снижении. Это объясняется тем, что с повышением температуры расстояние между частицами жидкости также увеличивается, и они становятся более подвижными. Зависит текучесть и от структуры молекул. Чем сложнее их форма, тем меньшей текучестью обладает жидкость.

Различные жидкости имеют разную текучесть. Так, вода из бутылки вытекает быстрее, чем растительное масло. Мёд из стакана выливается медленнее, чем молоко. На эти жидкости действуют одинаковые силы тяжести. Так почему же их текучесть отличаются? Всё дело в том, что они обладают различной **вязкостью**. Чем выше вязкость жидкости, тем меньше её текучесть.

Что же такое вязкость, и какова её природа? Вязкость также называют **внутренним трением**. Это способность жидкости сопротивляться перемещению различных слоёв жидкости

относительно друг друга. Молекулы, находящиеся в одном из слоёв и сталкивающиеся между собой во время теплового движения, сталкиваются ещё и с молекулами соседних слоёв. Возникают силы, тормозящие их движение. Они направлены в сторону, противоположную движению рассматриваемого слоя.

Вязкость - важная характеристика жидкостей. Её учитывают в различных технологических процессах, например, когда по трубопроводам необходимо перекачивать жидкость.

Расстояние между молекулами внутри жидкости очень мало. Оно меньше размеров самих молекул. Поэтому жидкость очень трудно сжать механически. **Давление, производимое на жидкость, заключённую в сосуд, передается в любую точку без изменений во всех направлениях.** Так формулируется **закон Паскаля**. На этой особенности жидкостей основана работа тормозных систем, гидравлических прессов и других гидравлических устройств.

Жидкость **сохраняет свой объём**, если не изменяются внешние условия (давление, температура). Но при нагревании объём жидкости увеличивается, а при охлаждении уменьшается. Впрочем, здесь есть исключение. При нормальном давлении и повышении температуры от 0 до 4° объём воды не увеличивается, а уменьшается.

Жидкости могут растворяться друг в друге. Эта их способность называется **смешиваемостью**. Если поместить в один сосуд две смешиваемые жидкости, то в результате теплового движения их молекулы постепенно будут переходить через границу раздела. В результате произойдёт смешивание. Но не все жидкости могут смешиваться. Например, вода и растительное масло не смешиваются никогда. А воду и спирт смешать очень легко.

Однако, в нашем исследовании мы более подробно изучим такие свойства жидкости как **поверхностное натяжение, адгезию (смачивание и несмачивание), капиллярность.**

2 Капиллярность

Капиллярные явления, совокупность явлений, обусловленных поверхностным натяжением на границе раздела несмешивающихся сред (в системах жидкость - жидкость, жидкость - газ или пар) при наличии искривления поверхности. Частный случай поверхностных явлений.

Изучив подробно силы, лежащих в основе капиллярных явлений, стоит перейти непосредственно к капиллярам. Так, опытным путём можно пронаблюдать, что смачивающая жидкость (например, вода в стеклянной трубке) поднимается по капилляру. При этом, чем меньше радиус капилляра, тем на большую высоту поднимается в ней жидкость. **(Слайд 6)** Жидкость, не смачивающая стенки капилляра (например, ртуть в стеклянной трубке), опускается ниже уровня жидкости в широком сосуде. Так почему же смачивающая жидкость поднимается по капилляру, а несмачивающая опускается?

Не трудно заметить, что непосредственно у стенок сосуда поверхность жидкости несколько искривлена. Если молекулы жидкости, соприкасающиеся со стенкой сосуда, взаимодействуют с молекулами твёрдого тела сильнее, чем между собой, в этом случае жидкость стремится увеличить площадь соприкосновения с твёрдым телом (**смачивающая жидкость**). При этом поверхность жидкости изгибается вниз и говорят, что она смачивает стенки сосуда, в котором находится. Если же молекулы жидкости взаимодействуют между собой сильнее, чем с молекулами стенок сосуда, то жидкость стремится сократить площадь соприкосновения с твёрдым телом, её поверхность искривляется вверх. В этом случае говорят о несмачивании жидкостью стенок сосуда.

В узких трубочках, диаметр которых составляет доли миллиметра, искривлённые края жидкости охватывают весь поверхностный слой, и вся поверхность жидкости в таких трубочках имеет вид, напоминающий полусферу. Это так называемый мениск. Он может быть вогнутым, что наблюдается в случае смачивания, и выпуклым при несмачивании. Радиус кривизны поверхности жидкости при этом того же порядка, что и радиус трубки. Явления смачивания и несмачивания в данном случае также характеризуется краевым углом θ между смоченной поверхностью капиллярной трубки и мениском в точках их соприкосновения.

Под вогнутым мениском смачивающей жидкости давление меньше, чем под плоской поверхностью. Поэтому жидкость в узкой трубке (капилляре) поднимается до тех пор, пока гидростатическое давление поднятой в капилляре жидкости на уровне плоской поверхности не скомпенсирует разность давлений. Под выпуклым мениском несмачивающей жидкости давление больше, чем под плоской поверхностью, и это ведёт к опусканию несмачивающей жидкости.

Эксперимент №1 «Подтверждение существования явлений смачивания и не смачивания.»

Оборудование: стеклянная пластинка, ватка, одеколон, чистый лист белой бумаги, стеарин, пипетка, стакан воды.

Порядок выполнения работы:

- 1) Хорошо вымыли пластину мылом и теплой водой.
- 2) Когда она высохла, мы протерли одну сторону ваткой, смоченной в одеколоне.
- 3) Потом взяли кусочек гладкой белой бумаги и накапали на него стеарин со свечи, чтобы на нем получилась ровная плоская стеариновая пластинка размером с донышко стакана. Положили рядом стеариновую и стеклянную пластинки.
- 4) Капнули из пипетки на каждую из них по маленькой капле воды. На стеариновой пластинке получилось полушарие диаметром примерно 3 миллиметра, а на стеклянной пластинке капля растеклась.
- 5) После этого мы взяли стеклянную пластинку и наклонили ее. Капля уже и так растеклась, а теперь она потекла дальше, что свидетельствует о том что молекулы воды охотнее притягиваются к стеклу, чем друг к другу. **Происходит процесс смачивания.** Другая же капля каталась по стеарину при наклонах пластинки в разные стороны. Удержаться на стеарине вода не могла. Это наглядно показывает, что вода стеарин **не смачивает**, молекулы воды притягиваются друг к другу сильнее, чем к молекулам стеарина.

Эксперимент №2. «Подтверждение существования капиллярных явлений».

Оборудование: стакан с водой, х/б тряпочка.

Порядок выполнения работы:

Мы взяли чистую тряпочку и опустили один ее конец в стакан с водой, а другой свесили наружу через край стакана. Вода начала подниматься по порам ткани, аналогичным капиллярным трубкам, и постепенно пропитывать всю тряпочку. Через некоторое время избыток воды начал капать с висящего конца тряпочки. Поднятие жидкости по тряпочке происходит тогда, когда силы притяжения молекул жидкости друг к другу меньше сил их притяжения к молекулам твердого тела. В этом случае говорят, что жидкость смачивает твердое тело.

1.5 Роль поверхностного натяжения жидкости и капиллярных явлений в природе и технике

Понятие поверхностного натяжения впервые ввел Я. Сегнер (1752). В 1-й половине 19 в. на основе представления о поверхностном натяжении была разработана математическая теория капиллярных явлений (П. Лаплас, С. Пуассон, К. Гаусс, А.Ю. Давидов). Во 2-й половине 19 в. Дж. Гиббс разработал термодинамическую теорию поверхностных явлений, в которой решающую роль играет поверхностное натяжение. Среди современных актуальных проблем - развитие молекулярной теории поверхностного натяжения различных жидкостей, включая расплавленные металлы. Силы поверхностного натяжения и капиллярных явлений играют существенную роль в явлениях природы, биологии, медицине, в различных современных технологиях, полиграфии, технике, в физиологии нашего организма.

Огромна роль капиллярных явлений в биологии, так как большинство растительных и животных тканей пронизано громадным числом капилляров. Стволы деревьев, ветви растений пронизаны огромным числом капиллярных трубочек, по которым питательные вещества поднимаются до самых верхних листочков. Корневая система растений оканчивается тончайшими нитями – капиллярами. И сама почва, являющаяся источником питания для корня, может быть представлена как совокупность капиллярных трубочек, по которым, в зависимости

от ее структуры и обработки, быстрее или медленнее, поднимается к поверхности вода с растворенными в ней веществами. Высота подъема жидкости в капилляре тем больше, чем меньше его диаметр. Для сохранения влаги в почве, необходимо почву перекапывать, чтобы закрыть капилляры; для осушения почвы ее необходимо утрамбовывать.

Некоторые животные, обитающие в воде, но не имеющие жабер, подвешиваются снизу к поверхностной плёнке воды с помощью не смачивающихся щетинок, окружающих их органы дыхания. Этим приёмом “пользуются” личинки комаров (в том числе и малярийных).

Перья и пух водоплавающих птиц всегда обильно смазаны жировыми выделениями особых желёз, что объясняет их непромокаемость. Толстый слой воздуха, заключённый между перьями утки и не вытесняемый оттуда водой, не только защищает утку от потери тепла, но и чрезвычайно увеличивает запас плавучести, действуя подобно спасательному поясу.

Воскообразный налёт на листьях препятствует заливанию так называемых устьиц, которое могло бы привести к нарушению правильного дыхания растений. Наличием того же воскового налёта объясняется водонепроницаемость соломенной кровли, стога сена.

1.5.2 Поверхностное натяжение и капиллярные явления в технике

Самый распространенный пример капиллярного явления – это принцип работы обыкновенного полотенца или бумажной салфетки. Вода с рук уходит на полотенце или бумажную салфетку за счет подъема жидкости по тонким волокнам, из которых они состоят. Второй пример – это горение свечи. Топливо поступает по фитилю за счет движения по волокнам фитиля, как по капиллярным трубкам.

Без поверхностного натяжения и капиллярных явлений мы не могли бы писать чернилами. Обычная ручка не зачерпнула бы чернил из чернильницы, а автоматическая сразу же поставила бы большую кляксу, опорожнив весь свой резервуар. Нельзя было бы намылить руки: пена не образовалась бы. Известно, что мыльная вода особенно легко дает тонкие пленки, хотя коэффициент поверхностного натяжения мыльной воды значительно меньше коэффициента поверхностного натяжения чистой воды. Это объясняется большой вязкостью мыльной воды, благодаря чему она стекает под влиянием силы тяжести медленнее, чем чистая вода и поэтому легче удерживается между поверхностными слоями. Пострадали бы важные функции нашего организма.

Проявления сил поверхностного натяжения столь многообразны, что даже перечислить их все нет возможности.

В медицине измеряют динамическое и равновесное поверхностное натяжение сыворотки венозной крови, по которым можно диагностировать заболевание и вести контроль над проводимым лечением. Установлено, что вода с низким поверхностным натяжением биологически более доступна. Она легче вступает в молекулярные взаимодействия, тогда клеткам не надо будет тратить энергию на преодоление поверхностного натяжения.

Непрерывно растут объёмы печати на полимерных плёнках благодаря бурному развитию упаковочной индустрии, высокому спросу на потребительские товары в красочной полимерной упаковке. Важное условие грамотного внедрения подобных технологий — точное определение условий их применения в полиграфических процессах. В полиграфии обработка пластика перед печатью необходима для того, чтобы краска ложилась на материал. Причина заключается в поверхностном натяжении материала. Результат определяется тем, как жидкость смачивает поверхность изделия.

Смачивание считается оптимальным, когда капля жидкости остается там же, где она была нанесена. В других случаях жидкость может скатываться в каплю, либо, наоборот, растекаться. Оба случая в равной степени приводят к отрицательным результатам во время переноса краски. В бумажной промышленности приходится учитывать капиллярность при изготовлении различных сортов бумаги. Например, при изготовлении писчей бумаги ее пропитывают специальным составом, закупоривающим капилляры. В быту капиллярные явления используют в фитилях, в промокательной бумаге, в перьях для подачи чернил.

Большое значение капиллярные явления имеют в строительном деле. Капиллярные явления рассматриваются в учебниках строительных материалов – как капиллярное всасывание, т. е. подъём жидкости (воды) по капиллярам материала. Приводится классическое проявление капиллярного всасывания – подъём воды из грунта по фундаменту и стенам, чему должна препятствовать вертикальная и горизонтальная гидроизоляция.

Смачивание – первая стадия взаимодействия любого строительного материала, прежде всего, с водой, главной жидкостью, с которой контактирует материал в процессе эксплуатации.

Пористые строительные материалы, такие как легкий бетон, стеновой кирпич, раствор, дерево и многие утеплители, всасывают воду. Это может привести к строительным повреждениям вследствие увлажнения строительных конструкций, как, например, разрушения вследствие замерзания, к коррозии и откалыванию штукатурки, краски и обоев, к образованию плесени и грибковых поражений, а также к уменьшению теплоизоляции и к ухудшению внутренней среды в помещениях.

Поэтому, более долговечный и эффективный способ защиты строительных материалов от влаги - это глубокая пропитка окунанием в водоотталкивающий состав, который закупоривают капилляры. Для того, чтобы жилой дом эксплуатировался как можно дольше необходимо правильно защитить стены его фундамента от разрушительного воздействия грунтовых, дождевых и талых вод. Гидроизоляция стен предотвращает пропитывание бетона или кирпича влагой, что значительно снижает уровень их промерзания в зимний период и делает дом теплее.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

РАЗДЕЛ 3. Электродинамика.

Практическая работа

Взаимодействие заряженных тел.

Цель: научиться применять теоретические знания для решения задач.

Текст задания

Задание 1. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме, если отрицательный заряд увеличить в 6 раз, а положительный уменьшить в 3 раза, не меняя расстояние между зарядами?

Задание 2. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии 40 см друг от друга. Заряд одного из них $9 \cdot 10^{-9}$ Кл, а заряд другого $-2 \cdot 10^{-9}$ Кл. Шарiki привели в соприкосновение и вновь раздвинули на такое же расстояние. Найдите силы их взаимодействия до и после соприкосновения.

Задание 3. Два разноименных заряда $+3q$ и $-2q$ находятся на расстоянии 5 метров друг от друга. Определите результирующую напряженность и потенциал в точке А (на линии между зарядами), удаленной от положительного заряда на 2 метра, а от отрицательного – на 3 метра.

Задание 4. Потенциал электростатического поля возрастает в направлении снизу вверх. Как направлен вектор напряженности? Используйте графическую интерпретацию.

Задание 5. Разность потенциалов между точками, лежащими на одной силовой линии на расстоянии 3 см равен 120В. Найдите напряженность электростатического поля, если поле однородное.

Задание 6. В направленном вертикально вниз однородном поле с напряженностью $1,3 \cdot 10^5$ В/м капля жидкости массой $2 \cdot 10^{-9}$ г оказалась в равновесии. Найдите заряд капли и число избыточных электронов на ней.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие профессиональной направленности

Закон Ома для участка цепи

Цель: закрепить знания по теме Закон Ома для участка цепи.

Вариант 1

1. Дайте определение электрического тока.
2. Чем отличается движение заряженных частиц в проводнике в отсутствие и при наличии внешнего электрического поля.
3. Напишите формулу для нахождения силы тока.
4. В каких единицах измеряют напряжение электрического поля?
5. Электрический обогреватель, имеющий сопротивление 44 Ом, включен в сеть с напряжением 220 В. Найдите силу тока, протекающего через обогреватель.
6. Какой заряд пройдет через поперечное сечение проводника за 1 мин, если сила тока в проводнике 2 А?
7. Какова сила тока в резисторе, если его сопротивление 12 Ом, а напряжение на нем 120 В?
8. Сопротивление проводника 6 Ом, а сила тока в нем 0,2 А. Определите напряжение на концах проводника.

Вариант 2

1. При каких условиях возникает электрический ток?
2. Почему движение заряженных частиц в проводнике в отсутствие внешнего электрического поля является хаотическим?
3. По какой формуле можно найти сопротивление проводника?
4. В каких единицах измеряют силу тока проводника?
5. Сколько электронов проходит через спираль лампы накаливания за 1 с при силе тока в лампе 1,6 А?
6. Найдите сопротивление резистора если при напряжении 6 В сила тока в резисторе 2 мкА.
7. Определите сопротивление проводника, если при напряжении 110 В сила тока в нем 2 А.
8. Чему равна сила тока в электрической лампе карманного фонаря, если сопротивление нити накала 16,6 Ом и лампа подключена к батарее напряжением 2,5 В?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.

2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций.

Практическое занятие

Закон Ома для полной цепи.

Цель: научиться решать задачи с использованием формулы закона.

1. К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключен реостат, сопротивление которого 5 Ом. Найти силу тока в цепи и напряжение на зажимах источника.
2. При подключении лампочки к батарее элементов с ЭДС 4,5 В вольтметр показал напряжение на лампочке 4 В, а амперметр — силу тока 0,25 А. Каково внутреннее сопротивление батареи.
3. В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента
4. Элемент с ЭДС 2,1 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом соединён с реостатом. Определить силу тока в цепи и сопротивление реостата, если напряжение на зажимах элемента 2 В. Какой длины надо взять для изготовления реостата железную проволоку, если площадь сечения 0,75 мм.
5. При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением 9 Ом сила тока в цепи была 1 А, а при подключении резистора сопротивлением 4 Ом сила тока стала 1,5 А. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций.

Практическое занятие

Сила Ампера

Цель: закрепить знания по теме сила Ампера.

- 1 Чем, согласно гипотезе Ампера, вызван земной магнетизм?
- 2 В чем состоит характерная особенность линий магнитной индукции?
- 3 Сформулируйте закон Ампера. Запишите его математическое выражение.
- 4 Как определяется направление силы Ампера. Сформулируйте правило левой руки.
- 5 В каких единицах измеряется магнитная индукция?
- 6 Прямой проводник длиной 15 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл, направленной перпендикулярно направлению тока. Сила тока, протекающего по проводнику, равна 6 А. найдите силу Ампера, действующую на проводник.
- 7 Проводник длиной 20 см расположен горизонтально. Сила тока в проводнике 1 А. с какой силой и в каком направлении действует на проводник однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл, направленной под углом 30°

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций.

Практическое занятие

Сила Лоренца

Цель: закрепить знания по теме сила Лоренца.

1. Каким образом, зная силу Ампера, можно найти силу Лоренца?
2. Дайте определение силы Лоренца.
3. Как определяется направление силы Лоренца с помощью правила левой руки?
4. По какой формуле находится сила Лоренца?
5. В каких единицах измеряется магнитная индукция?
6. Индукция однородного магнитного поля равна 0,3 Тл совпадает по направлению с осью х. найдите модуль и направление силы Лоренца, действующей на протон, движущийся в направлении оси у со скоростью $5 \cdot 10^6$ м/с (заряд протона равен $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).
7. Используя данные задачи № 6, найдите радиус окружности, по которой движется протон, а также его период обращения по этой окружности. (масса протона равна $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг).

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

Сила Ампера, сила Лоренца.

Цель: научиться применять теоретические знания на практике.

Вариант 1

1. В пространстве, окружающем токи, возникает поле, называемое...
А. Электрическим. Б. Магнитным. В. Электромагнитным.
2. Любой покоящийся электрический заряд характеризуется наличием...
А. Электрического поля. Б. Магнитного поля. В. Электрического и магнитного полей.
3. Магнитное поле создается:
А. Неподвижными зарядами. Б. Движущимися электрическими зарядами.
4. Сила взаимодействия проводников с током определяется выражением:
А. $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$; Б. $F = k \frac{I_1 I_2}{a} l$; В. $F = k \frac{I_1 + I_2}{a} l$.
5. Линии магнитной индукции:
А. Пересекаются. Б. Не пересекаются.
6. При изображении магнитного поля с помощью линий магнитной индукции эти линии наносятся:
А. Произвольно. Б. Вполне определённо.
7. Линии магнитного поля прямого проводника:
А. Перпендикулярны проводнику. Б. Имеют вид концентрических окружностей.
8. Единица измерения магнитной индукции:
А. 1 Кл. Б. 1 А. В. 1 Тл. Г. 1 м

9. Закон, определяющий силу, действующую на отдельный участок проводника с током со стороны магнитного поля, был установлен...

А. Кулоном. Б. Эрстедом. В. Ампером. Г. Лоренцом.

10. Силу, с которой магнитное поле действует на движущийся заряд, называют...

А. Силой Ампера. Б. Силой Лоренца. В. Силой Кулона.

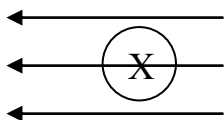
11. Сила Лоренца:

А. Совпадает с направлением вектора магнитной индукции. Б. Направлена перпендикулярно к вектору магнитной индукции и скорости движения заряженной частицы. В. Направлена так же, как и скорость заряженной частицы.

12. Период обращения заряженной частицы в магнитном поле от скорости её движения...

А. Не зависит. Б. Зависит.

13. Определите направление силы Ампера, действующую на проводник с током:



А. Вверх. Б. Вниз. В. Влево. Г. Вправо.

Сила Ампера. Сила Лоренца.

Вариант 2

1. Определите направление линий магнитной индукции вокруг постоянного магнита:

А. Отсутствуют. Б. От северного полюса к южному. В. От южного полюса к северному.

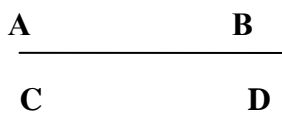
Г. Имеет нестабильное направление.

2. Укажите правило, по которому можно определить направление силы Ампера, действующей на проводник с током:

А. По правилу правого винта. Б. По правилу левого винта. В. По правилу левой руки.

Г. По правилу правой руки.

3. Определите характер взаимодействия двух параллельных проводников, если концы А и С подключены к клеммам «Плюс», а В и Д – к «минусу» источника тока

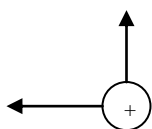


А. Проводники притягиваются. Б. Проводники отталкиваются.

В. Взаимодействие отсутствует. Г. Взаимодействие нестабильное.

4. По направлению векторов, указанных на рисунке, определите направление силы Лоренца, действующей на положительный заряд:

А. Влево. Б. Вправо. В. Вниз. Г. Вверх. Д. К нам. Е. За чертеж.



5. Любой движущийся электрический заряд характеризуется наличием...

А. Электрического поля. Б. Магнитного поля. В. Электрического и магнитного полей.

6. Магнитное поле действует:

А. Только на покоящиеся электрические заряды. Б. Только на движущиеся электрические заряды. В. На любые электрические заряды.

7. Радиус окружности обращения частицы в магнитном поле от индукции магнитного поля:

А. Не зависит. Б. Зависит.

8. Магнитное поле создается:

А. Неподвижными зарядами. Б. Движущимися электрическими зарядами.

9. Индукцию магнитного поля можно определить по формуле:

А. $B = F / I \sin \alpha$. Б. $B = \frac{F}{I \cdot l}$. В. $B = \frac{mv}{qF_a}$

10. Силу, с которой магнитное поле действует на участок проводника с током, называют...

А. Силой Ампера. Б. Силой Лоренца. В. Силой Кулона.

11. Закон, определяющий силу, действующую на движущуюся заряженную частицу, был установлен...

А. Кулоном. Б. Эрстедом. В. Ампером. Г. Лоренцом.

12. Единица измерения силы Лоренца является:

А. 1 Кл. Б. 1 А. В. 1 Тл. Г. 1 Н.

13. Вокруг проводника с током существует:

А. Электрическое поле. Б. Магнитное поле. В. Электрическое и магнитное поля.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.

2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.

3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

Явление электромагнитной индукции. Магнитное поле.

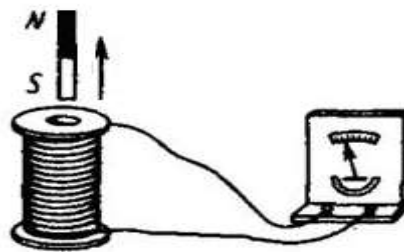
Цель: обобщить знания по теме электромагнитная индукция.

Текст задания

Задание 1. Ключ (см. рис. 1) только что замкнули. Ток в нижней катушке направлен против часовой стрелки, если смотреть сверху. Каково направление тока в верхней катушке при условии, что она неподвижна?



Задание 2. Магнит (см. рис. 2) выдвинут из катушки. Определите направление индукционного тока в катушке.

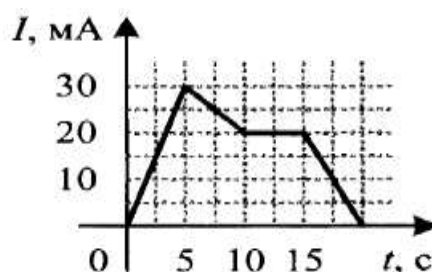


Задание 3. Определите направление индукционного тока в сплошном кольце, к которому подносят магнит.



Задание 4. Магнитный поток через контур проводника сопротивлением $3 \cdot 10^{-2}$ Ом за время 2 с изменился на $1,2 \cdot 10^{-2}$ Вб. Найдите силу тока в проводнике, если изменение потока происходит равномерно.

Задание 5. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 5 с и от 10 до 15 с.



Задание 6. Индуктивность катушки увеличили в два раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Как изменилась энергия магнитного поля катушки?

Задание 7. По катушке протекает ток, создающий магнитное поле, энергия которого 0,5 Дж. Магнитный поток через катушку равен 0,1 Вб. Определите силу тока.

Задание 8. Энергия магнитного поля катушки, индуктивность которого 3 Гн, равна 6 Дж. Определите силу тока в катушке.

Магнитное поле не существует...

- 1) вокруг магнита
- 2) вокруг движущихся заряженных частиц
- 3) вокруг проводника с током
- 4) вокруг неподвижных зарядов

Кто впервые из учёных доказал, что вокруг проводника с током существует магнитное поле?

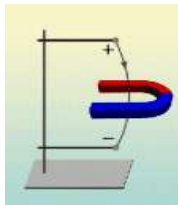
- 1) Архимед
- 2) Ньютон
- 3) Эрстед
- 4) Ом

Линии магнитного поля в пространстве вне постоянного магнита...

- 1) начинаются на северном полюсе магнита, заканчиваются на южном полюсе.
- 2) начинаются на южном полюсе магнита, заканчиваются на северном полюсе.
- 3) начинаются на северном полюсе магнита, уходят в бесконечность.
- 4) начинаются на южном полюсе магнита, уходят в бесконечность

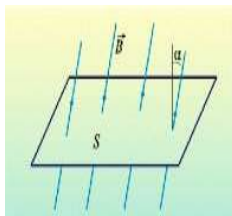
Проводник, притягивается к магниту, потому что:

- 1) проводник медный
- 2) на проводник действует сила Ампера
- 3) проводник наэлектризован
- 4) проводник слабо натянут



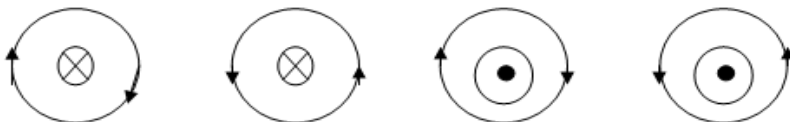
Чтобы увеличить магнитный поток (см. рисунок), нужно:

- 1) алюминиевую рамку заменить железной
- 2) поднимать рамку вверх
- 3) взять более слабый магнит
- 4) усилить магнитное поле



Проводник с током расположен перпендикулярно плоскости листа, ток направлен от нас. Выберите рисунок, изображающий магнитное поле такого проводника с током.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)



- 1820 г Эрстед - действие тока на магнитную стрелку
- Что называется магнитным полем?
- Каковы его основные свойства?
- Как изображается магнитное поле?
- Какая связь существует между электрическим током и магнитным полем?
- Что представляют собой линии магнитного поля прямого проводника с током?

- Что можно определить, используя правило буравчика?
- Как изображается магнитное поле?
- Что представляют собой линии магнитного поля прямого проводника с током?
- Какая связь существует между электрическим током и магнитным полем?

1. Постоянный полосовой магнит сначала вносят в фарфоровое замкнутое кольцо (рис. 1а), затем в алюминиевое кольцо с разрезом (рис. 1б).

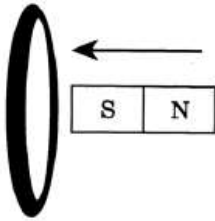


Рис. 1а

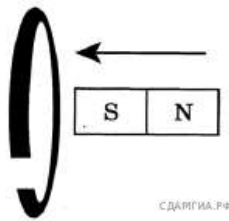


Рис. 1б

Индукционный ток

- 1) возникает только в первом случае
- 2) возникает только во втором случае
- 3) возникает в обоих случаях
- 4) не возникает ни в одном из случаев

2. В однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого направлен перпендикулярно рисунку от наблюдателя, находится электрическая цепь, состоящая из прямолинейных проводников. В какую сторону направлена сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник 1–2?

- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально влево ←
- 4) горизонтально вправо →

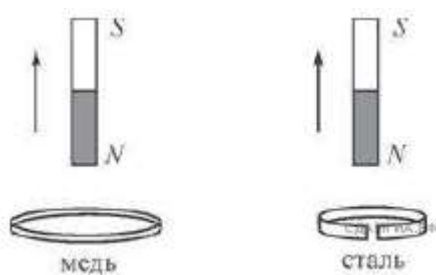
3. В катушку, соединённую с гальванометром, вносят магнит. Направление индукционного тока зависит

- А. от скорости перемещения магнита
- Б. от того, каким полюсом вносят магнит в катушку

Правильным ответом является

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

4. В первом случае полосовой магнит выдвигают из сплошного медного кольца, а во втором случае его выдвигают из стального кольца с разрезом (см. рисунок). Индукционный ток



- 1) не возникает ни в одном из колец
- 2) возникает в обоих кольцах
- 3) возникает только в медном кольце
- 4) возникает только в стальном кольце

5. Ток силой I протекает по прямолинейному участку провода (ток направлен «на нас»). Вектор индукции магнитного поля, создаваемого током, направлен влево в точке

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 4 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

РАЗДЕЛ 4. Колебания и волны.

Практическое занятие

Изучение колебаний математического маятника.

Цель: закрепить знания по данной теме.

Текст задания

Задание 1. Как изменится период колебаний математического маятника при изменении длины нити:

- а) увеличении в четыре раза;
- б) уменьшении в четыре раза?

Задание 2. Математический маятник имеет период колебаний, равный $T_1 = 3$ с. Как необходимо изменить длину нити маятника, чтобы его период увеличился в 2 раза? Какой станет длина нити маятника, если его период уменьшится в 2 раза?

Задание 3. Дан закон колебательного движения математического маятника $x = 0,6 \sin(2\pi t + \pi/6)$. Определите амплитуду, период колебаний и длину нити маятника, а также полную энергию материальной точки массой 10 г.

Задание 4. К пружине жесткостью 200 Н/м подвешен груз массой 0,4 кг. Определите период и частоту свободных колебаний данного пружинного маятника.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.

2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

«Колебания и волны»

Цель: закрепить знания по теме колебания и волны.

1. Во время работы трактора водитель совершает колебания частотой 3 Гц. Масса тракториста 70кг. Какова жесткость пружины сидения?
2. Жесткость рессор автомобиля ГАЗ-52 $5 \cdot 10^6$ н/м. Выдержат ли рессоры, если автомобиль будет двигаться по загону с грузом со скоростью 54км/ч, а на пути через каждые 150см будут встречаться бороздки. Масса автомобиля 6900кг.
3. Почему по достижении определенной скорости автомобиль начнет дрожать? Что должен сделать шофер, чтобы предотвратить это?
4. Клапаны пружины в тепловых двигателях делают с переменным шагом. Почему?
6. Можно ли первичную цепь системы зажигания считать колебательным контуром?
7. Как шоферы и трактористы определяют нормальную работу двигателя по звуку? Каким образом?
8. Тональность сигнала в автомобиле регулируется изменением упругости мембраны. Как зависит высота тона от упругости мембраны?
9. Звуки, издаваемые при работе двигателей, вредны и с ними борются, устанавливая глушители. Почему?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическая работа профессиональной направленности

Трансформаторы и генераторы тока.

Цель: научиться применять теоретические знания при решении задач.

- 1) В чём заключается явление электромагнитной индукции?
- 2) Дайте понятие магнитного потока и запишите формулу для его расчёта.
- 3) Сформулируйте закон электромагнитной индукции.
- 4) Какой ток называется переменным?

Таблица для заполнения обучающимися

<i>Понятия</i>	<i>Определение</i>
<i>Трансформатор – это...</i>	
<i>Кем был изобретён трансформатор</i>	1) 2)
<i>Устройство трансформатора</i>	1) 2) 3)
<i>Обозначение трансформатора в цепи</i>	
<i>На каком явлении основан принцип действия?</i>	
<i>Трансформатор на холостом ходу</i> <i>а) Чем характеризуется трансформатор?</i> <i>Б) Какие трансформаторы бывают</i> <i>(в зависимости от коэффициента)</i>	
<i>Работа нагруженного трансформатора</i>	
<i>Где применяют трансформаторы</i>	

Задачи.

- 1 Определите напряжение на концах первичной обмотки трансформатора, имеющей $N_1=2000$ витков, если напряжение на концах вторичной обмотки, содержащей $N_2=5000$ витков, равно 50 В. Активными сопротивлениями обмоток трансформатора можно пренебречь.
- 2 Первичная обмотка трансформатора находится под напряжением 220 В, по ней проходит ток 0,5 А. На вторичной обмотке напряжение составляет 9,5 В, а сила тока равна 11 А. Определите коэффициент полезного действия трансформатора.
- 3 Напряжение на первичной обмотке понижающего трансформатора 220 В, мощность 44 Вт. Определите силу тока во вторичной обмотке, если отношения числа витков обмоток равно 5. Потерями энергии можно пренебречь
- 4 Понижающий трансформатор включен в сеть с напряжением 1000 В и потребляет от сети мощность, равную 400 Вт. Каков КПД трансформатора, если во вторичной обмотке течет ток 3,8 А, а коэффициент трансформации равен 10?
- 5 Определите напряжение на зажимах генератора при токе нагрузки 1200 А, если его ЭДС равна 640 В, а внутреннее сопротивление 0,1 Ом.
- 6 Как, вы думаете, что будет, если первичную обмотку подключить к источнику постоянного тока?
8. Как определить число витков обмотке трансформатора, не нарушая обмоток? Есть

в наличии несколько метров проволоки, разборный трансформатор, вольтметр.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

Электромагнитные волны.

Цель: научиться применять формулы при решении задач.

1. Радиостанция работает на частоте 12 МГц. Какова длина излучаемых радиоволн?
2. Электромагнитная волна с Земли долетает до Марса за 3 минуты и 6 секунд. Каково расстояние до Марса?
3. На каком расстоянии s от антенны радиолокатора A находится объект, если отражённый от него радиосигнал возвратился обратно через промежуток времени $\tau = 200$ мкс?
4. Определить длину электромагнитных волн в воздухе, излучаемых колебательным контуром с емкостью 3 нФ и индуктивностью 0,012 Гн. Активное сопротивление контура принять равным нулю.
5. В каком диапазоне длин волн может работать приёмник, если ёмкость конденсатора в его колебательном контуре плавно изменяется от $C_1 = 50$ пФ до $C_2 = 500$ пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна $L = 20$ мкГн?

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

РАЗДЕЛ 4. Оптика.

Практическое занятие профессиональной направленности
Изучение законов отражения и преломления света

Цель: закрепить знания по изученным темам.

1. Осевые и поперечные разметки на дороге наносятся белой краской. Почему?
2. Какая почва лучше прогревается солнечными лучами, сухая или влажная?
3. Почему поверхность отражателя фары необходимо содержать в чистоте?
4. С какой целью отражатель фары покрывают тонким слоем серебра, хрома, а затем полируют?

5. Песок, дерево, земля кажутся более темными, если они смочены. Почему?
6. Почему луч света прожектора хорошо виден в тумане, хуже в ясную погоду?
7. С чем связано разнообразие для окраски различных предметов, освещенных одним и тем же источником, ведь эти предметы освещены светом одного состава?
8. Объясните радужную окраску некоторых автомобильных стекол. Будут ли меняться цвета радуги, если рассматривать стекло под разными углами?
9. Почему в свете фар автомобиля лужа на асфальте ночью кажется водителю темным пятном?
10. Выпуклые зеркала искажают форму предметов. Почему же рядом с кабинами водителей их устанавливают?

Задание 1. Угол между падающим лучом и плоским зеркалом равен 38° . Чему будет равен угол между падающим и отраженным лучами?

Задание 2. Как изменится угол между падающим на плоское зеркало и отраженным лучами при увеличении угла падения на 13° ?

Задание 3. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. На границе раздела воздух-стекло луч света испытывает преломление и частичное отражение. Определить:

- а) Чему равен угол преломления луча света, если угол между отраженным и преломленным лучами составляет 110° , а угол падения составляет 45° ;
- б) Чему равен угол падения луча света, если угол между отраженным и преломленным лучами составляет 115° , а угол преломления составляет 30° .

Задание 4. Тонкий пучок света направлен в воздухе на поверхность некоторой жидкости под углом падения 40° . Угол преломления при этом равен 24° . Каков будет угол преломления при угле падения 80° ?

Задание 5. Определите скорость света в среде, если при переходе света из вакуума в данную среду при угле падения 60° угол преломления составил 45° . Скорость света в вакууме $3 \cdot 10^8$ м/с.

Задание 6. На горизонтальном дне озера глубиной 2,5 м лежит плоское зеркало. На каком расстоянии от места вхождения луча в воду этот луч снова выйдет на поверхность воды после отражения от зеркала? Угол падения луча 45° .

Задание 7. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло-воздух равен $8/13$. Определите, чему равен абсолютный показатель преломления стекла.

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 2 часа.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

РАЗДЕЛ 5. Элементы квантовой физики.

Практическое занятие

Закон фотоэффекта

Цель: обобщить знания по теме законы фотоэффекта.

1. Какое физическое явление называют фотоэффектом?

2. Что такое фототок и фотоэлектроны?
3. Сформулируйте три закона фотоэффекта.
4. Запишите и объясните уравнение. Эйнштейна для фотоэффекта. Какую величину называют работой выхода?
5. Как рассчитывается красная граница фотоэффекта?
6. Найди энергию фотона с длиной волны равной 400 нм.
7. Найдите кинетическую энергию электрона, вырывающегося с поверхности Na фиолетовым светом с длиной волны равной 400 нм.

11. Условия выполнения задания:

12. 1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
13. 2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
14. 3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие

Строение атома

Цель: закрепить знания по теме строение атома.

Тест : Строение атома

1. В центре атома находится ...
А. электрон Б. ядро В. Нейтрон
2. Вокруг ядра движутся ...
А. электроны Б. нейтроны
3. Ядро состоит из ...
А. протонов и электронов Б. электронов и нейтронов В. Протонов и нейтронов
4. Протоны имеют ... заряд, а нейтроны ...
А. положительный ... отрицательный Б. положительный ... заряда не имеют
В. Отрицательный ... положительный Г. Отрицательный ... заряда не имеют
5. Атом потерявший или присоединивший электрон, называется ...
А. протоном Б. нейтроном В. Ионом
6. Атом гелия потерял один электрон. Будет ли он заряжен?
А. атом будет нейтральным Б. атом будет положительным ионом В. Образуется отрицательный ион
7. Чем отличаются друг от друга атомы различных химических элементов?
А. числом электронов Б. числом протонов в ядре В. Числом нейтронов в ядре
Г. Числом нейтронов и электронов
8. У электрически нейтрального атома заряд ядра ... заряду (заряда) электронов
А. больше Б. меньше В. Равен
9. Заряд протона ... заряда (заряду) электрона
А. больше Б. меньше В. Равен
10. Масса протона ... массы нейтрона
А. немного меньше Б. в 1840 раз больше В. В 1840 раз меньше
11. Что является главной характеристикой данного химического элемента?
А. число электронов в атоме Б. число протонов и нейтронов в ядре
В. Число нейтронов в ядре Г. Число протонов в ядре

Условия выполнения задания:

1. Место (время) выполнения задания: задание выполняется в аудитории во время занятия.
2. Максимальное время выполнения задания: 1 час.
3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Практическое занятие
Закон радиоактивного распада

Цель: обобщить знания о радиоактивности.

Тест по теме радиоактивность.

1) Явление радиоактивности было открыто:

А) А.Э. Резерфордом; Б) Б.П. Кюри; В) В.А. Беккерелем.

2). Какие неизвестные ранее химические элементы открыли П. Кюри и М. Складовская-Кюри?

А) Уран и торий; Б) Полоний и радий; В) Химические элементы с порядковым номером 84 и выше

3) Самое интенсивное излучение дает :

А) радий; Б) уран; В) торий.

4) Какие химические элементы обладают природной радиоактивностью?

А) Все химические элементы; Б) Химические элементы с порядковым номером 84 и выше;
В) Полоний и радий.

5) Для выяснения природы радиоактивного излучения его пропускали через:

А) свинец; Б) электрическое поле; В) магнитное поле.

6) Радиоактивное излучение распадается на:

А) 2 луча – α и β ; Б) 2 луча- α и γ ; В) 3 луча- α , β и γ .

7) α -излучение – это :

А) поток электронов; Б) поток ядер гелия; В) электромагнитные волны.

8) β -излучение – это:

А) поток электронов; Б) поток ядер гелия; В) электромагнитные волны.

9) γ -излучение –это:

А) поток электронов; Б) поток ядер гелия; В) электромагнитные волны.

10) В порядке возрастания проникающей способности компоненты излучения можно расположить так:

А) β , α , γ ; Б) α , β , γ ; В) γ , β , α .

11) Какие частицы задержит слой бетона толщиной в несколько метров?

А) Только γ -частицы; Б) только α - и β -частицы. В) α , β и γ -частицы.

12) При L-распаде массовое число ядра

А) уменьшится на 2 единицы

Б) уменьшится на 4 единицы

В) увеличится на 2 единицы

Г) увеличится на 4 единицы

13) Элемент A_ZX испытал L- распад. Каков заряд и массовое число будет у нового элемента Y.

- $\Gamma)$ **Y**

14) Ядро тория Th испытывает L-распад, при этом образуется элемент X. Этот элемент можно обозначить как:

- $$\Gamma) \quad \mathbf{X}$$

Условия выполнения задания:

3. Вы можете воспользоваться конспектом лекций, учебником.

Список литературы:

Основные источники:

1. Дмитриев В.Ф. Физика: Учебник для профессий и специальностей технического профиля.- М., Академия. 2015

Дополнительные источники:

1. Касьянов В.А. Физика. 10 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М., Дрофа. 2007.

2. Касьянов В.А. Физика. 11 кл.: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М., Дрофа. 2008.

Интернет-ресурсы

Class-fizika.narod.ru – классная физика для любознательных