

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.» в г. Петровске



УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине
«ОУД.11 «Физика»»

специальности
15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)».

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой) комиссии
общеобразовательных, ОГСЭ и ЕН дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
социально-экономического профиля
«14» июня 2021 года, протокол №13

Председатель ПЦК Мед /О.В.Медведева/

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины «Физика» разработана в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 15.02.10 «Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)», утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ от 09.12.2016 г., №1550 и примерной программой учебной дисциплины «Физика» для профессиональных образовательных организаций, рекомендованных Федеральным государственным автономным учреждением «Федеральный институт развития образования» (ФГАУ «ФИРО») в качестве примерных программы для реализации основной профессиональной образовательной программы СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования (Протокол № 3 от 21 июля 2015 г. Регистрационный номер рецензии 384 от 23 июля 2015 г. ФГАУ «ФИРО») и соответствующих общих (ОК):

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

Содержание программы учебной дисциплины «Физика» направлено на достижение следующих **целей**:

-освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира; наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;

-овладение умениями проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ; практически использовать физические знания; оценивать достоверность естественно-научной информации;

-развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений по физике с

использованием различных источников информации и современных информационных технологий;

-воспитание убежденности в возможности познания законов природы, использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественно-научного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды;

-использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды, и возможность применения знаний при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности.

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации

1. Практические работы проводятся под наблюдением преподавателя. К выполнению практических работ обучающиеся допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности.

2. Все практические работы проводятся за партами учебного кабинета. Обучающимся не разрешается без уважительной причины отлучаться из кабинета до полного окончания практических работ.

3. Перед началом работы длинные волосы следует заколоть.

4. На рабочем месте должны находиться только необходимые для работы материалы и инструменты.

5. С ножницами следует пользоваться аккуратно, передавать их кольцами вперед.

6. Необходимо следить за чистотой рабочего места.

7. После завершения работы обучающиеся обязаны собрать инструменты, материалы, методические пособия и сдать их преподавателю, убрать рабочее место.

Перечень практических работ
по дисциплине «Физика»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Тема: Законы сохранения в механике.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.

Тема: Законы сохранения в механике.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Тема: Основы молекулярной физики и термодинамики.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.

Тема: Электрическое поле

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

Тема: Электромагнитное поле.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.

Тема: Электромагнитные колебания и волны.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

Тема: Геометрическая и волновая оптика.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8.

Тема: Квантовая оптика

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.

Тема: Эволюция Вселенной

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Тема: Законы сохранения в механике.

Задание № 1

1. В каком случае совершается работа?

- А. Шарик катится по гладкому горизонтальному столу.
 Б. Кирпич лежит на столе.
 В. Автопогрузчик поднимает груз.

2. Шарик с некоторой высоты падает на песок и застревает в нем. Какие превращения энергии здесь происходят?

- А. Потенциальная энергия шарика превращается в кинетическую энергию, а кинетическая – во внутреннюю.
 Б. Внутренняя энергия шарика превращается в кинетическую, а кинетическая – в потенциальную.
 В. Кинетическая энергия шарика превращается во внутреннюю энергию.

3. Какое выражение определяет импульс тела?

- А. $m\vec{a}$ Б. $m\vec{v}$ В. $\vec{F}t$ Г. $\frac{mv^2}{2}$

4. Какой механической энергией обладает растянутая или сжатая пружина?

- А. Кинетической. Б. Потенциальной. В. Не обладает механической энергией.

5. Какая из перечисленных единиц является единицей работы?

- А. Джоуль. Б. Ватт. В. Ньютон. Г. Паскаль. Д. Килограмм.

6. Какие из перечисленных ниже величин являются векторными величинами?

1. работа 2. энергия 3. масса 4. ускорение

- А. Только 1 Б. Только 2 В. 1,2,3 Г. Только 4

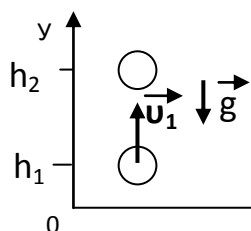
Задание № 2

- Самосвал при перевозке груза развивает мощность 30 кВт. Какая работа совершается им в течение 45 мин?
- Человек массой 70 кг бежит со скоростью 3,6 км/ч. Каким импульсом он обладает?
- Кинетическая энергия пули, летящей со скоростью 700 м/с, равна 2,45 кДж. Чему равна масса пули?
- Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину жесткостью 50 Н/м на 30 мм?
- Два шара массами 1 кг и 2 кг движутся навстречу друг другу. Скорость первого шара 2 м/с. После соударения они движутся как одно целое со скоростью 3 м/с. Определить начальную скорость второго шара.

Задание № 3

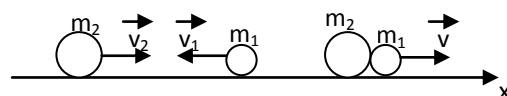
импульса.

Запишите закон сохранения энергии.



Задание № 4

Запишите закон сохранения



Задание № 5

Нужно выбрать правильный ответ из предложенных, и указать его индекс.

1	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	А	Кинетическая энергия
2	$N = F \cdot v$	Б	Работа силы тяжести
3	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$	В	Теорема о кинетической энергии
4	$\vec{p} = \vec{F} \cdot t$	Г	Работа
5	$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$	Д	Импульс силы
6	$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$	Ж	Импульс тела
7	$A = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2)$	З	Потенциальная энергия пружины
8	$A = E_{k2} - E_{k1}$	К	Потенциальная энергия
9	$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$	Л	Мощность

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$$

10		М	Закон сохранения энергии
11		Н	Полная механическая энергия
12		П	Закон сохранения импульса

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Законы сохранения в механике.

Задание № 1

1. В каком случае совершается работа?

- А. Лошадь тянет телегу.
Б. Яблоко лежит под деревом.
В. Люстра качается под потолком

2. Какие из перечисленных ниже величин не являются векторными величинами?

1. скорость 2. импульс 3. масса 4. ускорение

- А. Только 1 Б. Только 2 В. Только 3 Г. 2 и 4

3. Какие превращения энергии происходят при торможении велосипеда?

- А. Потенциальная энергия велосипеда превращается в кинетическую энергию.
Б. Кинетическая энергия велосипеда превращается в потенциальную энергию.
В. Кинетическая энергия велосипеда превращается во внутреннюю энергию земли и велосипеда.

4. От чего зависит потенциальная энергия тела поднятого над землей?

- А. От массы и скорости движения тела.
Б. От скорости движения тела.
В. От высоты над поверхностью Земли и массы тела.

5. Какая из перечисленных единиц является единицей мощности?

- А. Джоуль. Б. Ватт. В. Ньютон. Г. Паскаль. Д. Килограмм.

6. С помощью какого выражения можно рассчитать работу совершаемую телом?

- А. $P = m \cdot g$ Б. $A = F \cdot S$ В. $p = m \cdot v$ Г. $N = F \cdot v$ Д. $E = m \cdot g \cdot h$

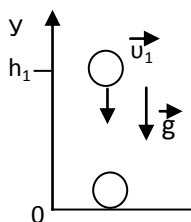
Задание № 2

1. Какую среднюю мощность развивает человек, поднимающий ведро воды весом 120 Н из колодца глубиной 20 м за 15 с?
2. Найти импульс грузового автомобиля массой 3 т, движущегося со скоростью 54 км/ч.
3. На какой высоте потенциальная энергия груза массой 2 т равна 10 кДж?
4. Шар массой 20 г двигаясь со скоростью 2 м/с догоняет шар массой 40 г движущийся со скоростью 1 м/с. Какова скорость совместного движения шаров после удара?
5. Тело массой 200 г при свободном падении увеличило свою скорость, от 1 до 2 м/с. Какую работу при этом совершила сила тяжести?

Задание № 3

импульса.

Запишите закон сохранения энергии.



Задание № 4

Запишите закон сохранения



Задание № 5

Нужно выбрать правильный ответ из предложенных, и указать его индекс.

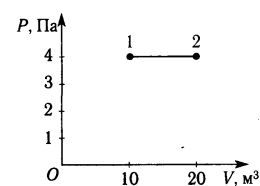
1	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	А	Кинетическая энергия
2	$N = F \cdot v$	Б	Работа силы тяжести
3	$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$	В	Теорема о кинетической энергии
4	$E = E_k + E_p$	Г	Работа
5	$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$	Д	Импульс силы
6	$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$		Импульс тела

		<i>Ж</i>	
7		<i>З</i>	<i>Потенциальная энергия пружины</i>
8		<i>К</i>	<i>Потенциальная энергия</i>
9		<i>Л</i>	<i>Мощность</i>
10		<i>М</i>	<i>Закон сохранения энергии</i>
11		<i>Н</i>	<i>Полная механическая энергия</i>
12		<i>П</i>	<i>Закон сохранения импульса</i>

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Тема: Основы молекулярной физики и термодинамики.

1. Что является наиболее наглядным опытным подтверждением взаимодействия между молекулами? Выберите правильное утверждение.
А. Броуновское движение **Б.** Диффузия. **В.** Возникновение сил упругости при деформации твердого тела.
2. Внутренняя энергия тела зависит...
А. От скорости движения тела.
Б. От энергии движения частиц, из которых состоит тело.
В. От энергии взаимодействия частиц, из которых состоит тело.
Г. От энергии движения частиц и от энергии их взаимодействия.
3. Как изменится давление идеального газа на стенки сосуда, если в данном объеме скорость каждой молекулы удвоится, а концентрация молекул не изменилась?
А. Не изменится. **Б.** Увеличится в 4 раза. **В.** Уменьшится в 4 раза. **Г.** Увеличится в 2 раза.
4. Какой термометр дает наиболее правильные показания температуры?
А. Водородный **Б.** Ртутный **В.** Спиртовой
5. Газ получил количество теплоты 300 Дж, его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?
А. 0 Дж. **Б.** 100 Дж. **В.** 200 Дж. **Г.** 300 Дж **Д.** 500 Дж
6. Какое значение температуры по шкале Кельвина соответствует температуре 100°C?
А. + 373 К; **Б.** – 373К; **В.** + 273 К; **Г.** -273 К.
7. Чему равна работа, совершенная газом при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см.рис.)?
А. 10 Дж. **Б.** 20 Дж. **В.** 30 Дж. **Г.** 40 Дж.
8. Определите число молекул, содержащихся в 3г воды (H₂O).
А. 10²³. **Б.** 2· 10²³. **В.** 4· 10²³. **Г.** 6· 10²³.
9. Оцените максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина, с температурой нагревателя 227⁰С и температурой холодильника 27⁰С.
А. 100% **Б.** 88% **В.** 60% **Г.** 40% **Д.** 12%.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4.

Тема: Электрическое поле

Цель работы:

- закрепить умение применять формулу напряжённости электрического поля, закон Кулона, закон сохранения электрического заряда и принцип суперпозиции полей при решении задач;
- способствовать развитию умения логического мышления;
- способствовать развитию познавательных способностей, самостоятельности, ответственности.

Основные понятия и формулы

Электростатика – раздел физики, изучающий неподвижные электрические заряды.

Электрический заряд – величина, характеризующая способность частицы вещества к электрическому взаимодействию.

Закон сохранения электрического заряда: в замкнутой (электрически изолированной) системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц останется неизменной.

Закон Кулона: сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}, \text{ где } k - \text{коэффициент пропорциональности в СИ;}$$

ε - диэлектрическая проницаемость среды; ε_0 - электрическая постоянная:

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Напряжённостью в данной точке электростатического поля называют векторную физическую величину, равную отношению силы, действующей, в данной точке на точечный пробный заряд, к этому заряду.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0},$$

где F - сила, с которой поле действует на положительный точечный заряд q_0 , помещенный в эту точку.

Принцип суперпозиции полей: если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают поля, напряжённости которых E_1, E_2, E_n , то результирующая напряжённость поля в этой точке

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

Поверхностная плотность электрического заряда

$\sigma = q/S$, где q - заряд, равномерно распределенный по поверхности тела площадью S .

Напряжённость электростатического поля точечного заряда q на расстоянии r от него

$$E = \frac{|q|}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}, \text{ где } \varepsilon - \text{диэлектрическая проницаемость среды.}$$

Напряжённость электростатического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости

$E = \frac{|\sigma|}{2\varepsilon_0\varepsilon}$, где σ - поверхностная плотность электрического заряда.

Напряженность электростатического поля металлической заряженной сферы радиуса R на расстоянии $r > R$ от центра сферы

$E = \frac{|q|}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$, где q -заряд сферы. Внутри сферы ($r < R$) $E = 0$.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Что такое электрический заряд? Единица измерения электрического заряда?
2. Сформулируйте закон Кулона.
3. Сформулируйте закон сохранения электрического заряда.
4. Что называется напряжённостью электрического поля? Каково направление напряжённости электрического поля? Как рассчитывается напряжённость поля точечного заряда?
5. В чём состоит принцип суперпозиции полей?

Методические указания

Задачи по электростатике удобно разделить на две группы. К первой группе можно отнести задачи на расчёт силовых и энергетических характеристик электростатического поля, ко второй – все задачи на равновесие либо движение заряженных тел (частиц) в электростатическом поле.

Задачи первой группы связаны с представлениями о существовании электростатического поля вокруг неподвижных заряженных тел и сводятся к нахождению основных характеристик поля. При их решении необходимо:

- 1) сделать рисунок, изобразив линии напряжённости электростатического поля и заряженные тела, помещённые в это поле;
- 2) при нахождении напряжённости поля в некоторой точке следует помнить, что это векторная величина и направлена по касательной к линии напряжённости. Если поле образовано точечным зарядом, то она направлена вдоль прямой, соединяющей заряд и точку, в которой определяют \vec{E} , от заряда, если $q > 0$, и к заряду, если $q < 0$;
- 3) если поле создано системой точечных зарядов, то напряжённость поля рассчитывают согласно принципу суперпозиции: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$, не забывая, что это геометрическая сумма. Следует правильно определить направление E : для положительного точечного заряда вектор E направлен по радиальной линии от заряда, для отрицательного – к заряду;
- 4) если при взаимодействии заряженных тел происходит перераспределение зарядов, то запишите закон сохранения зарядов.

Решение задач второй группы основано на применение законов механики с учётом закона Кулона и вытекающих из него следствий. Такие задачи рекомендуется решать в следующем порядке:

- 1) сделайте рисунок, изобразив все силы, действующие на заряженное тело, и запишите для него условие равновесия или основное уравнение динамики;
- 2) выразите силы электростатического взаимодействия через заряды или характеристики поля и подставьте эти выражения в исходное уравнение. При этом надо помнить, что между одноимёнными зарядами действуют силы отталкивания, а между разноимёнными – силы притяжения. При вычислении в формулу закона Кулона подставляют абсолютные значения зарядов, знаки зарядов учитывают только при определении направления сил. Если известна напряжённость поля, то силу можно определить по формуле $\vec{F} = q\vec{E}$, учитывая, что $\vec{F} \uparrow \vec{E}$, если $q > 0$ и $\vec{F} \downarrow \vec{E}$, если $q < 0$;
- 3) при рассмотрении движения заряженных частиц в электростатическом поле следует выяснить характер движения и использовать кинематические и динамические уравнения движения или закон сохранения энергии;
- 4) запишите вспомогательные формулы, а полученную систему уравнения решите относительно неизвестной величины.

Примеры решения задач

Задача 1. Два одинаковых маленьких шарика, обладающих зарядом $q_1=6$ мкКл и зарядом $q_2=-12$ мкКл, находятся на расстоянии 60 см друг от друга. Определите силу взаимодействия между ними. Чему будет равен заряд каждого шарика, если их привести в соприкосновение и затем разъединить?

Дано:
 $q_1=6$ мкКл
 $q_2=-12$ мкКл

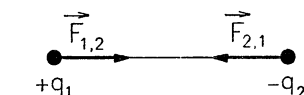
$r=60$ см
 $k=9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл²

Найти:
 $F=?$

$q'=?$

СИ:
 $6 \cdot 10^{-6}$ Кл
 $-12 \cdot 10^{-6}$ Кл

0,6 м



Решение:

Согласно закону Кулона сила взаимодействия:
 $F=k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$

Разноимённые заряды притягиваются.

В результате соприкосновения шариков происходит перераспределение зарядов, после чего заряд каждого из шариков равен $q' = \frac{q_1+q_2}{2}$. Заряд второго шарика увеличится

на $\Delta q_2 = q' - q_2$; заряд первого шарика уменьшится при этом на $\Delta q_1 = q' - q_1$

Вычислим силу взаимодействия

$$F=9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{0,6^2} = 1,8 \text{ Н}$$

$$q' = \frac{6 \cdot 10^{-6} - 12 \cdot 10^{-6}}{2} = -3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

Ответ: $F=1,8$ Н;
 $q' = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл.

Задача 2. Маленький шарик массой $2 \cdot 10^{-3}$ кг, подвешенный на тонкой шёлковой нити, несёт на себе заряд $3 \cdot 10^{-7}$ Кл. На какое расстояние снизу к нему следует поднести другой маленький шарик с зарядом $5 \cdot 10^{-7}$ Кл, чтобы натяжение нити уменьшилось в 2 раза?

Дано:
 $m_1=2 \cdot 10^{-3}$ кг
 $q_1=3 \cdot 10^{-7}$ Кл
 $q_2=5 \cdot 10^{-7}$ Кл
 $T_2=\frac{T_1}{2}$

$g=9,8$ м/с²
 Найти:
 $r=?$

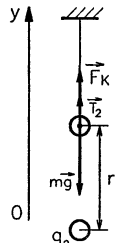
Решение:

На шарик, подвешенный на нити, действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_1 . Направления сил противоположны.

Шар неподвижен, следовательно, $\vec{T}_1 = m\vec{g}$.

Если на расстоянии r помещён заряд q_2 , то на шарик действует ещё одна сила – Кулона, направленная вверх и равная $F=k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$

Чтобы сила натяжения нити уменьшилась, заряд q_2 должен быть того же знака, что и заряд q_1 .



Запишем условие равновесия шарика в этом случае:

$$m\vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{F}_K = 0$$

Выберем направление оси Oy вертикально вверх и запишем это уравнение в проекциях на ось Oy.

$$-mg + T_2 + F_K = 0$$

Подставим данные задачи: $-mg + \frac{T_1}{2} + k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 0$, но $T_1=mg$, то

$$-mg + \frac{mg}{2} + k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 0 \rightarrow r = \sqrt{\frac{2k|q_1||q_2|}{mg}}$$

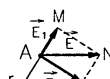
Ответ: $r=37$ см

Задача 3. Два точечных заряда 6,7 и -13,3 нКл находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Найти напряжённость электрического поля в точке, расположенной на расстоянии 3 см от положительного и 4 см от отрицательного.

Дано:
 $q_1=6,7$ нКл
 $q_2=-13,3$ нКл
 $r=5$ см

СИ:
 $6,7 \cdot 10^{-9}$ Кл
 $-13,3 \cdot 10^{-9}$ Кл
 $5 \cdot 10^{-2}$ м

Решение:



$r_1 = 3 \text{ см}$
 $r_2 = 4 \text{ см}$
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
 Найти:
 $E = ?$

$3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 $4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

Согласно принципу суперпозиции полей напряжённость

поля в точке А равна $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Т.к. заряды q_1 и q_2 точечные, то

$$E_1 = k \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2}, \quad E_2 = k \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2}$$

Из рисунка видно, что $\angle MAK = 90^\circ$, $AMNK$ –прямоугольник.

Рассмотрим треугольник AMN : $\angle AMT = 90^\circ$, сторона $MN = |\vec{E}|$, тогда модуль напряжённости поля в точке А

$$\text{Найдём по теореме Пифагора: } E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$E = k \cdot \sqrt{\frac{|q_1|^2}{r_1^4} + \frac{|q_2|^2}{r_2^4}}$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot \sqrt{\frac{(6,7 \cdot 10^{-9})^2}{(3 \cdot 10^{-2})^4} + \frac{(13,3 \cdot 10^{-9})^2}{(4 \cdot 10^{-2})^4}} = 100 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

Ответ: $E = 100 \text{ кН/Кл}$

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. Два неподвижных точечных заряда q_1 и q_2 , находясь на расстоянии r друг от друга, взаимодействуют с силой F . Определите значение величины, обозначенной «?». Во сколько раз изменится сила взаимодействия зарядов, если расстояние между ними увеличить в α раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q_1 , нКл	4	5	?	0,5	2	8	?	6	3	6
q_2 , нКл	6	?	5	4	4	?	3	0,5	10	?
r , см	?	3	10	6	?	5	2	3	?	6
F , мкН	135	200	36	?	80	144	135	?	75	45
α	3	4	2	4	2	3	3	2	4	2

Задача 2. Двум одинаковым шарикам сообщили заряды q_1 и q_2 . Шарики приблизили друг к другу до соприкосновения и затем развели на расстояние l . При этом сила их кулоновского взаимодействия составила F . Определите значение величины, обозначенной «?». Расстояние между шариками существенно больше их размеров.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q_1 , нКл	6	5	?	-4	-2	12	?	6	-4	25
q_2 , нКл	-2	?	-2	16	8	?	6	-8	12	?
l , см	?	10	4	3	?	5	5	4	?	10
F , мкН	0,9	3,6	90	?	360	90	14,4	?	22,5	90

Задача 3. В вершинах А и В прямоугольного треугольника ABC (угол С – прямой) находятся заряды q_A и q_B . Длины катетов AC и BC равны соответственно a и b . Напряжённость электрического поля в вершине С равна E . Определите значение величины, обозначенной «?».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

Тема: Электромагнитное поле.

Цель работы: закрепить умение применять формулы потенциала электростатического поля; работы, совершаемой электростатическим полем, электроёмкости и энергии конденсатора при решении задач.

Основные понятия и формулы

Потенциал электростатического поля в данной точке

$\varphi = \frac{W_p}{q_0}$, где W_p - потенциальная энергия, которой обладает заряд q_0 , помещенный в эту точку.

Потенциал поля, созданного несколькими точечными зарядами, равен алгебраической сумме потенциалов полей, создаваемых в данной точке каждым зарядом:

$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$, где $\varphi_i > 0$ при $q_i > 0$; $\varphi_i < 0$ при $q_i < 0$.

Потенциал электростатического поля точечного заряда q на расстоянии r от него

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x}$$

Потенциал электростатического поля металлической заряженной сферы радиуса R на расстоянии $r > R$ от центра сферы

$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon x}$, где q - заряд сферы.

Внутри сферы потенциал во всех точках такой же, как на поверхности сферы ($r = R$).

Работа, совершаемая электростатическим полем при перемещении заряда q из точки с потенциалом 1 в точку с потенциалом 2,

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Связь между напряженностью однородного электрического поля и разностью потенциалов выражается формулой

$$E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{d},$$

где $\varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов между точками, находящимися одна от другой на расстоянии d вдоль линии напряженности поля.

Электрическая емкость проводника - физическая величина, равная отношению заряда q , сообщенного проводнику, к его потенциалу:

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

Электрическая емкость конденсатора

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

где q - заряд конденсатора, U - напряжение между обкладками конденсатора.

Ёмкость плоского конденсатора, площадь каждой пластины которого S , а расстояние между ними d

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$$

где ε – диэлектрическая проницаемость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами.

Общая ёмкость конденсаторов, соединённых параллельно

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

Общая ёмкость конденсаторов, соединённых последовательно, определяется по формуле

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Энергия электрического поля заряженного конденсатора ёмкостью C

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$$

где U – напряжение между его обкладками, q – заряд конденсатора.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Что называют потенциалом электростатического поля?
2. Как рассчитывается потенциал поля точечного заряда?
3. Какова связь напряжения с напряжённостью электростатического поля?
4. Какую физическую величину называют электроёмкостью проводника? Электроёмкостью конденсатора?
5. Как рассчитывается энергия заряженного конденсатора?

Методические указания

Задачи по электростатике удобно разделить на две группы. К первой группе можно отнести задачи на расчёт силовых и энергетических характеристик электростатического поля, ко второй – все задачи на равновесие либо движение заряженных тел (частиц) в электростатическом поле.

Задачи первой группы связаны с представлениями о существовании электростатического поля вокруг неподвижных заряженных тел и сводятся к нахождению основных характеристик поля. При их решении необходимо:

- 1) при определении потенциала поля точечного заряда необходимо помнить, что знак потенциала определяется знаком заряда (если $q > 0$, то $\varphi > 0$ и если $q < 0$, то $\varphi < 0$), а потенциал поля, образованного несколькими точечными зарядами, определяется как алгебраическая сумма: $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$;
- 2) при решении задач, в которых требуется определить потенциалы, энергии и другие характеристики системы тел сферических проводников, конденсаторов следует иметь в виду, что принцип суперпозиции, законы сохранения электрического заряда и энергии справедливы и здесь и их надо учитывать.

Решение задач второй группы основано на применение законов механики с учётом закона Кулона и вытекающих из него следствий. Такие задачи рекомендуется решать в следующем порядке:

- 1) сделайте рисунок, изобразив все силы, действующие на заряженное тело, и запишите для него условие равновесия или основное уравнение динамики;
- 2) выразите силы электростатического взаимодействия через заряды или характеристики поля и подставьте эти выражения в исходное уравнение. При этом надо помнить, что

между одноимёнными зарядами действуют силы отталкивания, а между разноимёнными - силы притяжения. При вычислении в формулу закона Кулона подставляют абсолютные значения зарядов, знаки зарядов учитывают только при определении направления сил. Если известна напряжённость поля, то силу можно определить по формуле $\vec{F} = q\vec{E}$, учитывая, что $\vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$, если $q > 0$ и $\vec{F} \uparrow \downarrow \vec{E}$, если $q < 0$;

- 3) при рассмотрении движения заряженных частиц в электростатическом поле следует выяснить характер движения и использовать кинематические и динамические уравнения движения или закон сохранения энергии;
- 4) запишите вспомогательные формулы, а полученную систему уравнения решите относительно неизвестной величины.

Примеры решения задач

Задача 1. Какую скорость приобретает электрон, пролетевший ускоряющую разность потенциалов 10^4 В?

Дано:

$$U = 10^4 \text{ В}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$v_0 = 0$$

Найти:

v - ?

Решение:

При перемещении электрона электрическое поле совершает работу

$$A = eU, \text{ равную изменению его кинетической энергии } A = \Delta E_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Электрон в поле движется равноускоренно под действие электрической силы $F = eE$, направленной противоположно вектору напряжённости поля.

Принимая, что $v_0 = 0$, получим $eU = \frac{mv^2}{2}$, откуда $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^4}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$

Задача 2. Электрон начал двигаться по направлению силовых линий однородного электрического поля, напряжённость которого 120 В/м, имея начальную скорость 100 км/с. Какое расстояние пролетит электрон до момента, когда его скорость станет равной нулю? Какую разность потенциалов прошёл электрон? Удельный заряд электрона $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

Дано:

$$E = 120 \text{ В/м}$$

$$v_0 = 100 \text{ км/с}$$

$$v = 0$$

$$e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$$

Найти:

S - ?

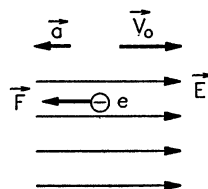
U - ?

СИ:

$$10^5 \text{ м/с}$$

Решение:

На электрон со стороны электрического поля действует электрическая сила $F = eE$, направление которой противоположно направлению силовых линий поля.



Эта сила сообщает электрону ускорение a , которое можно определить, используя второй закон Ньютона

$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Тогда $a = \frac{eE}{m}$. Скорость и перемещение электрона при равнозамедленном движении определим по формулам:

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \text{ и } v = v_0 - at$$

Решая данную систему уравнений, найдём расстояние которое пролетит электрон до момента остановки.

$$v_0 - at = 0 \rightarrow t = \frac{v_0}{a}. \text{ Следовательно, } S = \frac{v_0^2}{2a} \text{ или}$$

$$S = \frac{v_0^2 \cdot m}{2eE}$$

По определению разность потенциалов $U = \frac{A}{q}$

Работу по перемещению заряда можно определить:

$$A = FS \cos \alpha. \text{ Но } \angle \alpha = 0 \rightarrow \cos \alpha = 1, \text{ и тогда:}$$

$$U = \frac{F \cdot S}{q} = \frac{F \cdot S}{e} = \frac{eE S}{e} = E \cdot S.$$

$$S = \frac{(10^5)^2}{2 \cdot 120 \cdot 1,76 \cdot 10^{11}} \approx 2,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$U = 120 \cdot 2,37 \cdot 10^{-4} = 2,844 \cdot 10^{-2} \text{ В}$$

Ответ: $S \approx 2,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}; U = 2,844 \cdot 10^{-2} \text{ В}.$

Задание 2. Решите количественные задачи

Задача 1. Положительно заряженная частица с зарядом q и массой m влетает в однородное электрическое поле с напряжённостью E так, что вектор начальной скорости совпадает по направлению с вектором напряжённости электрического поля. За время t скорость частицы увеличивается от начальной скорости v_0 до скорости v . Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q, 10^{-19}\text{Кл}$	1,6	3,2	1,6	4,8	1,6	?	1,6	4,8	1,6	3,2
$m, 10^{-27}\text{кг}$	5,01	6,64	3,34	9,99	?	11,6	9,99	11,6	1,67	6,64
$E, \text{кН/Кл}$	50	80	70	?	40	30	80	70	60	?
$t, \text{мкс}$	2	0,5	?	1,5	0,52	7,25	2,2	1,3	?	1,8
$v_0, \text{км/с}$	800	?	600	700	500	200	300	?	400	150
$v, 10^2\text{км/с}$?	35	19	50	25	32	?	41	21	36

Задача 2. Частица с зарядом q , перемещаясь в электрическом поле из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 , проходит разность потенциалов (напряжение) U . При этом электрическим полем совершается работа A . Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q, 10^{-19}\text{Кл}$?	1,6	3,2	4,8	?	3,2	4,8	1,6	?	4,8
$\varphi_1, \text{В}$	200	?	550	?	?	?	780	600	850	?
$\varphi_2, \text{В}$?	300	?	80	100	300	?	?	?	250
$U, \text{В}$	50	?	?	200	100	?	?	200	500	?
$A, 10^{-17}\text{Дж}$	1,6	2,4	11,2	?	4,8	6,4	24	?	8	9,6

Задача 3. Электрический заряд q , находясь в точке электрического поля с потенциалом φ , обладает потенциальной энергией W . Определите значения величин, обозначенных «?». Во сколько раз изменится потенциал данной точки электрического поля при увеличении заряда q в α раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q, \text{нКл}$	30	40	?	40	50	?	50	20	?	20
$\varphi, \text{В}$	200	?	400	300	?	500	400	?	200	500
$W, \text{мкДж}$?	6	10	?	35	12,5	?	9	7	?
α	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4

Задача 4. Частица с зарядом q и массой m , начиная движение из состояния покоя в однородном электрическом поле с напряжённостью E , приобретает скорость v , пройдя расстояние d . При этом напряжение, ускоряющее частицу, составляет U . Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q, 10^{-19}\text{Кл}$?	?	3,2	?	3,2	1,6	?	1,6	?	1,6
$m, 10^{-27}\text{кг}$	26,6	1,67	19,9	9,99	13,3	?	16,6	23,2	105	179
$E, \text{кВ/м}$?	2	?	5	10	5	?	20	5	?
$v, \text{км/с}$	987,1	239	56,7	80	155	120	152	?	55,2	?
$d, \text{см}$	10	?	5	4	?	6	3	2	?	15
$U, \text{В}$	400	300	?	?	?	?	600	?	500	300

Задача 5. Электрон перемещается вдоль линий напряжённости электрического поля из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 . При этом совершается работа A . Расстояние между точками d . Напряжённость поля E . Энергия электрона в точках равна W_1 и W_2 соответственно. Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varphi_1, \text{В}$	200	100	?	50	20	100	10	200	100	?
$\varphi_2, \text{В}$	400	?	50	?	10	50	?	?	?	?
$A, \text{аДж}$?	?	?	32	?	?	?	?	-6,4	?
$d, \text{см}$?	5	?	10	?	3	?	2	10	?
$E, \text{кВ/м}$	2	?	4	?	1	?	2	?	?	10
$W_1, \text{аДж}$?	?	9,6	?	?	?	?	?	?	0,8
$W_2, \text{аДж}$?	4,8	?	?	?	?	4,8	6,4	?	3,2

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.

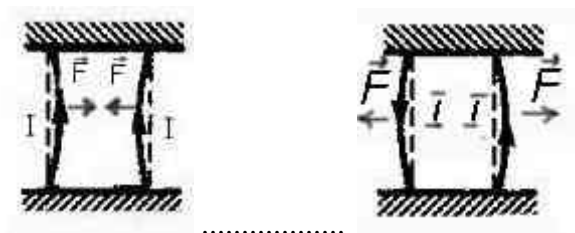
Тема: Электромагнитные колебания и волны.

Цель работы: углубить и закрепить понятия о магнитной индукции, силе Ампера, уметь применять законы магнитного взаимодействия параллельных токов и Ампера при решении задач.

Основные понятия и формулы

Магнитное поле - это особый вид материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами.

Проводники с током действуют друг на друга. Токи направлены противоположно – проводники при этом отталкиваются. Токи сонаправлены – при этом проводники притягиваются. При взаимодействии двух проводников с током, возникают силы, которые отталкивают или притягивают проводники



Взаимодействие токов вызывается их магнитными полями: магнитное поле одного тока действует силой на другой ток и наоборот.

Опыты показали, что модуль силы, действующей на отрезок длиной Δl каждого из проводников, прямо пропорционален силам тока I_1 и I_2 в проводниках, длине отрезка Δl и обратно пропорционален расстоянию R между ними:

$$F = k \frac{I_1 I_2 \Delta l}{R}$$

В Международной системе единиц СИ коэффициент пропорциональности k принято записывать в виде:

$$k = \mu_0 / 2\pi,$$

где μ_0 – постоянная величина, которую называют магнитной постоянной. Введение магнитной постоянной в СИ упрощает запись ряда формул. Ее численное значение равно

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2 \approx 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Н/А}^2.$$

Формула, выражающая закон магнитного взаимодействия параллельных токов, принимает вид:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 \Delta l}{R}$$

Магнитным моментом контура с током называется вектор \vec{P}_m , равный

$$\vec{P}_m = I \cdot S \cdot \vec{n}$$

где I — сила тока в контуре; S — площадь поверхности, охватываемой контуром; \vec{n} — единичный вектор нормали к плоскости контура.

Направление магнитного момента совпадает с направлением индукции магнитного поля, создаваемого в центре контура текущим по нему током.

На контур с током, помещенный в магнитное поле, действует пара сил с вращательным моментом

$$M = p_m \cdot B \cdot \sin \alpha,$$

где p_m — модуль магнитного момента контура с током; B — магнитная индукция;
 α - угол между направлением вектора индукции и нормали к плоскости контура.

В однородном магнитном поле на малый отрезок проводника с током действует сила Ампера, модуль которой определяется законом Ампера:

$$F_A = I \cdot B \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha,$$

где I - сила тока в проводнике; B — магнитная индукция; α - угол между направлением тока и вектора магнитной индукции; Δl - длина проводника.

Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки: если ладонь левой руки расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции \vec{B} входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый 90° большой палец покажет направление действующей на проводник силы Ампера.

Задание 1. Ответьте на вопросы:

1. Что такое магнитное поле?
2. Какими величинами описывается магнитное поле?
3. Что называется линией магнитной индукции?
4. Какая сила называется силой Ампера? Чему она равна?
5. По какому правилу находят направление силы Ампера?

Методические указания

При решении задач необходимо:

- 1) сделать схематический чертёж, указав на нём линии индукции магнитного поля. Часто линии индукции изображают в плоскости чертежа, в некоторых случаях удобно их изображать перпендикулярно плоскости чертежа («X» - от наблюдателя, «•» - к наблюдателю);
- 2) изобразить контур с током, находящийся в этом поле;
- 3) используя правило левой руки, определить направление силы Ампера, действующих на каждый элемент контура, и изобразить их на чертеже;
- 4) записать формулы для сил Ампера или вращающего момента, создаваемого этими силами и найти из них искомую величину;
- 5) если в задаче рассматривается равновесие проводника, то кроме силы Ампера, нужно указать все остальные силы, действующие на проводник, и записать условия его равновесия или основное уравнение динамики и, спроецировав векторные величины на оси x и y , найти искомую величину.

Задача 1. Проводник длиной 2 м в форме квадрата расположен в магнитном поле с индукцией 2 Тл. Определить момент сил, действующих на проводник, если по нему течет ток 4 А, а силовые линии магнитного поля параллельны плоскости квадрата.

Дано:

$$l = 2 \text{ м}$$

$$B = 2 \text{ Тл}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

□ Найти:

Решение.

Вращательный момент, действующий на контур с током в магнитном поле, равен

$$M = p_m \cdot B \cdot \sin \alpha. \text{ В данной задаче } \alpha = 90^\circ, \text{ т.к. вектор нормали к плоскости}$$

контура перпендикулярен вектору \vec{B} . Магнитный момент равен

$M = ?$

$$p_m = I \cdot S,$$

где S — площадь квадрата.

Отсюда

$$M = I \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 \cdot B = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Ответ: $M = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Задача 2. Проводник длиной 20 см и массой 5 г подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле. (Направление вектора магнитной индукции приведено на рисунке.) Какой величины ток надо пропустить по проводнику, чтобы нити разорвались, если каждая из них выдерживает нагрузку до 0,04 Н? Индукция магнитного поля 0,5 Тл.

Дано:

Решение.

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

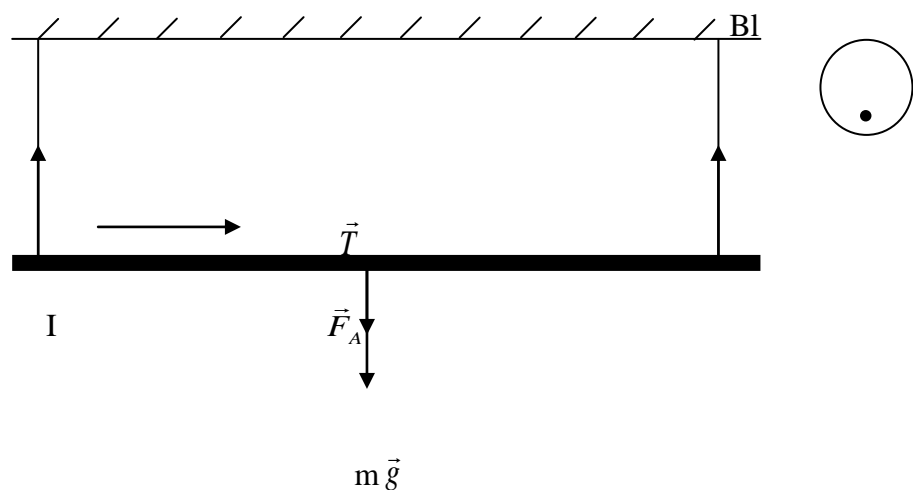
$$m = 5 \text{ г} = 0,005 \text{ кг}$$

$$T = 0,04 \text{ Н}$$

$$B = 0,5 \text{ Тл}$$

Найти:

I - ?



Чтобы нити разорвались, сила Ампера должна быть направлена вниз. В соответствии с правилом левой руки ток направлен так, как показано на рисунке. На проводник с током действует четыре силы и, так как он находится в равновесии,

$$m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{T} + \vec{T} = 0$$

В проекциях на вертикальную ось

$$F_A + mg = 2T$$

Подставляя выражение для силы Ампера и учитывая, что угол между направлением тока и вектора магнитной индукции равен 90° окончательно получим:

$$I = \frac{2T - mg}{Bl} = 0,3 \text{ А}.$$

Ответ: $I \geq 0,3 \text{ А}.$

Задача 3. На проводник длиной 50 см, находящийся в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,1 Тл, действует сила 0,05 Н. Вычислите угол между направлением силы тока и вектором магнитной индукции, если сила тока равна 2 А.

Дано:

СИ:

Решение:

$$l = 50 \text{ см}$$

$$0,5 \text{ м}$$

На проводник в магнитном поле действует сила Ампера,

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

модуль которой:

$$F_A = 0,05 \text{ Н}$$

$$F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$$

$$I=2 \text{ A}$$

$$\text{Отсюда } \sin \alpha = \frac{F_A}{I \cdot l \cdot B}$$

Найти:

$$\sin \alpha = \frac{0,05}{2 \cdot 0,5 \cdot 0,1} = 0,5.$$

α -?

Следовательно, $\alpha=30^\circ$

Ответ: $\alpha=30^\circ$

Задание 2. Решите количественные задачи.

Задача 1. По прямоугольной рамке течет ток I . Длина рамки L , ширина d . Рамка помещена в магнитное поле с индукцией B . На рамку действует вращающий момент пары сил M . Определите значения величин, обозначенных «?».

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I , А	?	2	0,2	1	?	0,5	0,6	1,5	2	0,4
L , см	8	10	5	?	10	20	12	?	50	40
d , см	5	?	6	5	15	?	5	12	30	?
B , Тл	0,2	0,5	1	0,8	0,4	0,2	2	0,3	?	1,5
M , мН·м	4	10	?	4	5	2	?	0,6	3	4

Задача 2. I_1 и I_2 - сила тока в двух параллельных проводниках, расстояние между которыми R . L - длина проводников, B_1 и B_2 - магнитная индукция магнитных полей на расстоянии R от соответствующих проводников, F - сила взаимодействия проводников, ($\mu = 1$). Определите значение величины, обозначенной «?».

Вариант	I_1 , А	I_2 , А	R , см	L , см	B_1 , мкТл	B_2 , мкТл	F , мкН	Напр. тока.	Напр. сил.
1	2	3	4	50	?	?	?	Сонапр.	?
2	1	?	10	?	?	10	2	?	Отталк.
3	?	10	5	40	8	?	?	Противоп.	?
4	4	8	?	?	12	?	10	?	Прит.
5	?	?	3	20	10	8	?	Сонапр.	?
6	7	?	?	?	2,1	4,2	12	?	Отталк.
7	?	5	20	10	10	?	?	Противоп.	?
8	6	10	?	?	?	12	5	?	Прит.
9	0,5	1	5	?	?	?	4	Сонапр.	?
10	?	?	10	8	12	18	?	?	Отталк.

Задача 3. Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной L и массой m равна I . Если поместить проводник в магнитное поле, то при некотором направлении вектора магнитной индукции, в случае когда индукция магнитного поля составит B , сила тяжести будет уравновешена силой Ампера. Определите значение величины, обозначенной «?». Сделайте чертёж к задаче, укажите на чертеже направление тока и направление вектора магнитной индукции, соответствующие условию задачи.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L, см	12	10	?	6	10	8	?	9	8	12
m, г	1,9	?	0,6	1	0,7	?	1,6	0,75	1,3	?
I, А	?	20	40	15	?	15	25	30	?	30
B, мТл	7,4	7,8	1,8	?	4,6	5	6,3	?	5,3	2,3

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

Тема: Геометрическая и волновая оптика.

Цель: наблюдение освещенных участков экрана в области геометрической тени при освещении непрозрачных предметов светом лазерного брелока и темных участков при освещении отверстий. В эксперименте негласно предполагается, что стенка сосуда очень тонкая, т. е. оптическая длина пути в ней мала по сравнению с оптической длиной пути в жидкости: $2n_{cm}d \ll n_x L$.

Оборудование: брелок с лазерной указкой, рассеивающая линза (очки от близорукости), нить с грузом (игла), шарик диаметром около 5 мм, гайка М5-М6, мерная лента.

Ход работы

1. Задание нужно выполнять вдвоем (один - у лазера, второй - у стены). Возьмите лазерный брелок, отойдите на расстояние L (5 - 10 м) от светлой стены и наблюдайте пятно от лазерного луча на стене. Оцените его размер.
2. Опишите, что происходит с размером пятна при помещении между лазером и стеной рассеивающей линзы на разном расстоянии от лазера. Подберите расстояние таким, чтобы размер пятна на стене был около 20 мм. Закрепите лазер и линзу так, чтобы при нажатии кнопки включения лазера не происходило существенного смещения пятна на экране.
3. Между линзой и стеной, на расстоянии не менее 3 м от стены, поместите вертикально нить (или иглу на подставке) так, чтобы она попадала в луч лазера (рис. 17). Рассмотрите тень нити на стене, зарисуйте ее. Можно ли по картинке утверждать, что наблюдается попадание световой энергии в область геометрической тени, т.е. дифракция света? Зарисуйте схему опыта с указанием расстояний между объектами.



Рис.17

4. Замените нить маленьким шариком диаметром не более 5 мм на расстоянии около 4 м от стены. Рассмотрите края тени контура шарика и зарисуйте. Обратите внимание на светлую точку в центре тени шарика и отобразите ее на рисунке. Занесите в отчет ответы на вопросы: как называется это явление? что оно говорит о природе света? можно ли утверждать, что оно наблюдается только при размерах предмета, сравнимых с длиной волны света?
5. Замените шарик гайкой с отверстием посередине. Двигая гайку вдоль луча, посмотрите, как меняется система полос внутри контура отверстия. Зарисуйте схему опыта и наблюдаемые картины. Какой вывод о нарушении законов геометрической оптики можно сделать из этого опыта?

Примечания для учителя

- ♦ Ваша цель - помочь удивиться ученикам: наблюдается свет там, где должно быть темно, и темнота - там, куда должен попадать свет по законам геометрической оптики. Глубина интерпретации зависит от глубины изложения материала в данном классе. В любом случае слово *дифракция* приобретет для учеников конкретный смысл.
- ♦ Картины, получаемые на стене, приведены на рис. 18.

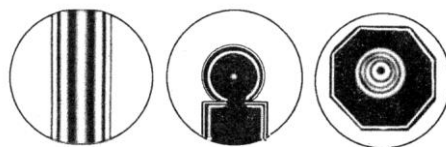


Рис. 18

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8.

Тема: Квантовая оптика

Цель занятия: научить решать задачи по теме: «Физика атома». **Умения и навыки:** Уметь правильно применять формулы и определения физических величин по данной теме.

Оснащение рабочего места: Доска, конспект, инструкционная карта, раздаточный материал, микрокалькулятор.

Литература: В.Ф.Дмитриева: «Физика».

Форма контроля: Письменный опрос по вариантам.

Контрольные вопросы при допуске к работе:

1. Дать определение скорости света.
2. Дать определение скорости
3. Дать определение длине волны.
4. Уравнение Эйнштейна.
5. Формула нахождения кинетической энергии.

Содержание и последовательность выполнения работ.

Задание 1. Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость $0,4c$, где c – скорость света в вакууме. В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения β - частицу со скоростью $0,75c$ относительно ускорителя. Определите скорость частицы относительно ядра. Ответ представьте в мегаметрах за секунду.

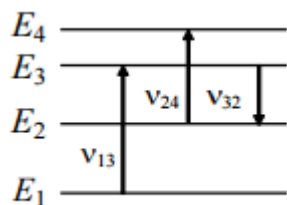
Задание 2. Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость $0,5c$. В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения β - частицу со скоростью $0,85c$ относительно ускорителя. Определите скорость частицы относительно ядра. Ответ представьте в мегаметрах за секунду.

Задание 3. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы 10 нс. Найдите путь, пройденный этой частицей до распада в неподвижной системе отсчета, если её время жизни в ней 20 нс. Ответ представьте в единицах СИ и округлите до десятых.

Задание 4. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы 15 нс. Найдите путь, пройденный этой частицей до распада в неподвижной системе отсчета, если её время жизни в ней 25 нс. Ответ представьте в единицах СИ и округлите до десятых.

Задание 5. На рисунке изображены несколько энергетических уровней атома. Минимальная длина волны света, излучаемого при всех возможных переходах

между уровнями E1, E2, E3 и E4, равна 250 нм. Известно, что частоты переходов относятся друг к другу как $\nu_{13} : \nu_{24} : \nu_{32} = 9 : 7 : 4$. Какова длина световой волны с частотой ν_{32} ? Ответ представьте в нанометрах.



Задание 6. На рисунке изображены несколько энергетических уровней атома. Минимальная длина волны света, излучаемого при всех возможных переходах между уровнями E1, E2, E3 и E4, равна 260 нм. Известно, что частоты переходов относятся друг к другу как $\nu_{13} : \nu_{24} : \nu_{32} = 9 : 7 : 4$. Какова длина световой волны с частотой ν_{32} ? Ответ представьте в нанометрах.

Задание 7. Определите минимальную энергию, необходимую для разделения ядра углерода $^{12}_6\text{C}$ на три одинаковых частицы. Масса ядра углерода $m_c = 11,9967$ а.е.м, масса ядра гелия $m_{\text{He}} = 4,0015$ а.е.м, $1 \text{ а.е.м} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, скорость света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. Ответ представьте в мегаэлектронвольтах и округлите до десятых.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9.

Тема: Эволюция Вселенной

Пример №1. Отношение кубов больших полуосей орбит Нептуна и Земли примерно равно 27270,9 (в таблице II находим среднее расстояние Нептуна от Солнца 30,1 а.е. и возводим в куб). Чему примерно равно отношение их периодов обращения вокруг Солнца?

Дано:	Решение:	
$(a_{\text{H}}/a_3)^3 = 27270,9$	$(T_{\text{H}}/T_3)^2 = (a_{\text{H}}/a_3)^3$	По таблице II проверяем: звёздный
период обращения	$(T_{\text{H}}/T_3)^2 = \sqrt{27270,9}$	Нептуна равен 164,8 лет, а
Земли – 1 год, т. е. отношение	$T_{\text{H}}/T_3 = ?$	их периодов обращения
$T_{\text{H}}/T_3 = ?$	$T_{\text{H}}/T_3 = 27270,9 = 165,14$	
примерно равно	165,14 ~ 164,8.	

Ответ : 165,14

Пример №2. Чему равно среднее расстояние Венеры от Солнца в а. е., если период обращения Венеры вокруг Солнца составляет 225 дней (находим по таблице II)?

Дано:	Решение:	
$T_{\text{B}} = 225 \text{ дней} = 0,62 \text{ года}$	$(T_{\text{B}}/T_3)^2 = (a_{\text{B}}/a_3)^3$	
$T_3 = 1 \text{ год}$	$(T_{\text{B}}/T_3)^2 = (0,62 \text{ года}/1 \text{ год})^2 = 0,62^2 = 0,3844$	
$a_{\text{B}} = ?$	$(a_{\text{B}}/a_3)^3 = 0,3844$	
	$\sqrt[3]{a_{\text{B}}/a_3} = \sqrt[3]{0,3844} \sim 0,7271$	
	$a_3 = 1 \text{ а.е.}$ (находим по таблице II), значит	$a_{\text{B}} \sim 0,7271 \text{ а.е.}$
		$\sim 0,73 \text{ а.е.}$

По таблице II проверяем: среднее расстояние
Венеры от Солнца — 0,7 а.е.
(0,73 а.е. ~0,7 а.е.)
Ответ : $a_v \sim 0,73$ а.е.

Информационное обеспечение обучения

Печатные издания

Основные учебные издания:

1. Чакак, А. А. Физика. Физические основы механики : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак. — Саратов : Профобразование, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-4488-0673-5. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91903>
2. Летуа, С. Н. Физика. Электростатика : учебное пособие для СПО / С. Н. Летуа, А. А. Чакак. — Саратов : Профобразование, 2020. — 177 с. — ISBN 978-5-4488-0591-2. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92190>
3. Летуа, С. Н. Физика. Электростатика : учебное пособие для СПО / С. Н. Летуа, А. А. Чакак. — Саратов : Профобразование, 2020. — 177 с. — ISBN 978-5-4488-0591-2. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92190>
4. Чакак, А. А. Молекулярная физика : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак ; под редакцией М. Г. Кучеренко. — Саратов : Профобразование, 2020. — 377 с. — ISBN 978-5-4488-0670-4. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91895>
5. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Электромагнетизм : учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 199 с. — ISBN 978-5-4488-0727-5, 978-5-4497-0275-3. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88766>
6. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Оптика : учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 146 с. — ISBN 978-5-4488-0728-2, 978-5-4497-0276-0. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL:

<https://profspo.ru/books/88765>

7. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Механика : учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 198 с. — ISBN 978-5-4488-0665-0, 978-5-4497-0263-0. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88764>
8. Паршаков, А. Н. Физика в задачах. Макросистемы : учебное пособие для СПО / А. Н. Паршаков. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 183 с. — ISBN 978-5-4488-0729-9, 978-5-4497-0277-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88763>
9. Чакак, А. А. Физика : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак, С. Н. Летута. — Саратов : Профобразование, 2020. — 541 с. — ISBN 978-5-4488-0667-4. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92191>
10. Чакак, А. А. Молекулярная физика : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак ; под редакцией М. Г. Кучеренко. — Саратов : Профобразование, 2020. — 377 с. — ISBN 978-5-4488-0670-4. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91895>

Дополнительные учебные издания:

11. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных федеральными конституционными законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ) // СЗ РФ. — 2009. — № 4. — Ст. 445.
12. Федеральный закон от 29.12. 2012 № 273-ФЗ (в ред. федеральных законов от 07.05.2013 № 99-ФЗ, от 07.06.2013 № 120-ФЗ, от 02.07.2013 № 170-ФЗ, от 23.07.2013 № 203-ФЗ, от 25.11.2013 № 317-ФЗ, от 03.02.2014 № 11-ФЗ, от 03.02.2014 № 15-ФЗ, от 05.05.2014 № 84-ФЗ, от 27.05.2014 № 135-ФЗ, от 04.06.2014 № 148-ФЗ, с изм., внесенными Федеральным законом от 04.06.2014 № 145-ФЗ) «Об образовании в Российской Федерации».
13. Приказ Министерства образования и науки РФ «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования» (зарегистрирован в Минюсте РФ 07.06.2012 № 24480).
14. Приказ Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1645 «О внесении изменений в Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования”».
15. Письмо Департамента государственной политики в сфере

подготовки рабочих кадров и ДПО Минобрнауки России от 17.03.2015 № 06-259 «Рекомендации по организации получения среднего общего образования в пределах освоения образовательных программ среднего профессионального образования на базе основного общего образования с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов и получаемой профессии или специальности среднего профессионального образования». Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 25.06.2012, с изм. от 05.03.2013) // СЗ РФ. — 2002. — № 2. — Ст. 133.

Электронные издания (электронные ресурсы)

16. www.fcior.edu.ru (Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов).
17. www.dic.academic.ru (Академик. Словари и энциклопедии).
18. www.booksgid.com (Books Gid. Электронная библиотека).
19. www.globalteka.ru (Глобалтека. Глобальная библиотека научных ресурсов).
20. www.window.edu.ru (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
21. www.st-books.ru (Лучшая учебная литература).

22. [www. school. edu. ru](http://www.school.edu.ru) (Российский образовательный портал. Доступность, качество, эффективность).
23. [www. ru/book](http://www.ru/book) (Электронная библиотечная система).
24. [www. alleng. ru/edu/phys. htm](http://www.alleng.ru/edu/phys.htm) (Образовательные ресурсы Интернета — Физика).
25. [www. school-collection. edu. ru](http://www.school-collection.edu.ru) (Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов).
26. [https://fiz.1september. ru](https://fiz.1september.ru) (учебно-методическая газета «Физика»).
27. [www. n-t. ru/nl/fz](http://www.n-t.ru/nl/fz) (Нобелевские лауреаты по физике).
28. [www. nuclphys. sinp. msu. ru](http://www.nuclphys.sinp.msu.ru) (Ядерная физика в Интернете).
29. [www. college. ru/fizika](http://www.college.ru/fizika) (Подготовка к ЕГЭ).
30. [www. kvant. mcsme. ru](http://www.kvant.mcsme.ru) (научно-популярный физико-математический журнал «Квант»).