

1. Механизмы поляризации диэлектриков. Теорема Гаусса для вектора \vec{D} . Условия на границе раздела диэлектриков.
2. Тепловое излучение и люминесценция. Равновесное тепловое излучение: свойства, спектральная плотность энергии, температура.
3. Вычислите ёмкость сферического конденсатора, представленного двумя концентрическими обкладками, радиусы которых R_1 и R_2 , диэлектрическая проницаемость вещества, заполняющего пространство между ними ϵ .

-
1. Энергетическая светимость, испускательная способность, поглощательная способность. Закон Кирхгофа.
 2. Тензор Максвелла. Преобразования полей при переходе из одной инерциальной системы отсчёта в другую.
 3. Сформулируйте постулат квантовой механики о физических величинах. Покажите, что все собственные значения эрмитова оператора суть вещественные числа.

-
1. Интерференция света: определение, общая схема и условия наблюдения интерференции. Интерференция в тонких пленках.
 2. Абсолютно чёрное тело: испускательная способность, энергетическая светимость. Закон Стефана-Больцмана.
 3. Вычислите постоянную Стефана-Больцмана, воспользовавшись формулой Планка.

-
1. Фотоэффект. Эффект Комптона. Интерференция электронов на двух щелях.
 2. Временная и пространственная когерентность электромагнитных волн. Длина и радиус когерентности. Связь временной когерентности со степенью монохроматичности.
 3. Составить выражение для величины, имеющей размерность длины, используя скорость света c , массу частицы m , постоянную Планка \hbar . Что это за величина?

-
1. Электромагнитные волны в пространстве, свободном от зарядов и токов.
 2. Постулаты квантовой механики: о квантовых состояниях, о физических величинах, об измерениях, динамический постулат.
 3. Покажите, что оператор $\hat{L}_z \equiv \hat{x}\hat{p}_y - \hat{y}\hat{p}_x$ эрмитов.

-
1. Дифференциальная и интегральная формы закона Ома, границы его области применимости.
 2. Временное и стационарное уравнения Шрёдингера.
 3. Покажите, что два наблюдаемых оператора коммутируют тогда и только тогда, когда имеют общую систему собственных функций. Приведите примеры совместных и несовместных наблюдаемых.
-

1. Магнитное поле равномерно медленно движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа, границы его области применимости.
2. Квантовомеханическое среднее и его временная эволюция.
3. Убедитесь в инвариантности тензора Максвелла относительно калибровочных преобразований.

-
1. Классические уравнения Гамильтона и теорема Эренфеста.
 2. Стационарное уравнение Шрёдингера. Рассмотрите задачу о движении электрона в одномерном потенциале, представляющем собой ступеньку бесконечной ширины.
 3. Сила Ампера. Магнитное поле прямого постоянного тока. Сила взаимодействия двух коллинеарных постоянных токов.

-
1. Стационарное уравнение Шрёдингера. Электрон в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме.
 2. Гипотеза молекулярных токов Ампера. Теорема о циркуляции вектора \vec{H} . Условия на границе раздела магнетиков.
 3. Найдите магнитное поле постоянного кругового (радиус a) тока I на его оси.

-
1. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
 2. Симметризованный тензор энергии-импульса электромагнитного поля, физический смысл его компонент. Вектор Пойнтинга и теорема Пойнтинга.
 3. Запишите и прокомментируйте соотношения неопределённостей для \hat{p}_x и \hat{p}_y , а также для \hat{L}_x и \hat{L}_y .

-
1. Полевая версия теоремы Нётер. Сохраняющийся нётеровский ток. Канонический и симметризованный тензоры энергии импульса электромагнитного поля.
 2. Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Сила Лоренца.
 3. Воспользуйтесь соотношением Вина для спектральной плотности энергии, чтобы получить закон смещения Вина.

-
1. Полевые уравнения Эйлера-Лагранжа.
 2. Сконструируйте релятивистски инвариантное действие для системы «электромагнитное поле + заряженные частицы». Воспользуйтесь полевыми уравнениями Эйлера-Лагранжа чтобы получить уравнения Максвелла «с источниками».
 3. Воспользуйтесь уравнениями Максвелла «с источниками», чтобы получить закон сохранения электрического заряда.

-
1. Обобщённое соотношение неопределённостей Хайзенберга. Примеры использования.

2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Классификация дифракционных явлений.
3. Объясните возникновение пятна Пуассона-Араго за диском. Почему Вы не видите звезд, расположенных за диском Луны на его фоне?

-
1. Электрический ток. Плотность тока. Закон сохранения электрического заряда.
 2. Соотношение неопределённостей «время-энергия».
 3. Сформулируйте постулат квантовой механики об измерениях. Покажите, что собственные функции эрмитова оператора, отвечающие различным его собственным значениям, ортогональны.

-
1. Временная эволюция классической величины и временная эволюция квантовомеханического среднего. Интеграл движения в классической и квантовой механике.
 2. 4-векторный потенциал и тензор Максвелла. Связь полей \vec{E} и \vec{B} с 4-векторным потенциалом A^μ . Действие для электромагнитного поля.
 3. Вычислите коммутаторы $\hat{x}, \hat{p}_x, [\hat{L}_z, \hat{L}^2]$. Прокомментируйте результаты.

-
1. Законы геометрической оптики. Электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн.
 2. Энергия системы точечных зарядов. Энергия уединённого заряженного проводника.
 3. Продемонстрируйте сохранение квадрата нормы волновой функции во времени. Вектор плотности тока вероятности. Получите уравнение непрерывности для плотности вероятности.

-
1. Тепловое излучение и люминесценция. Законы теплового излучения.
 2. Система уравнений Максвелла-Лоренца. Материальные уравнения.
 3. Покажите, что объект $j^\mu(t, \vec{x}) \equiv \rho(t, \vec{x}), \vec{j}(t, \vec{x})$, сконструированный из объёмной плотности заряда $\rho(t, \vec{x})$ и 3-вектора плотности тока $\vec{j}(t, \vec{x})$, является 4-вектором.

-
1. Постулаты квантовой механики: о квантовых состояниях, о физических величинах, об измерениях, динамический постулат.
 2. Тензор Максвелла и релятивистские инварианты электромагнитного поля.
 3. Рассмотрите электромагнитные волны в пространстве, свободном от зарядов и токов. Покажите, что вектора \vec{k} (волновой вектор), \vec{E} , \vec{B} образуют правую тройку в некоторой инерциальной системе отсчёта. Объясните, почему в любой другой инерциальной системе отсчёта этот факт, будучи сформулированным для преобразованных векторов, будет также иметь место.
-

1. Электрический диполь: электрический дипольный момент, потенциальная энергия диполя в электростатическом поле, момент сил, действующих на диполь в однородном электростатическом поле.

2. Принцип дополнительности Бора и соотношение неопределённости Хайзенберга. Постулат квантовой механики об измерениях.

3. Покажите, что электростатическое поле точечного диполя на расстоянии r от него имеет вид $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(3 \frac{\langle \vec{p} | \vec{r} \rangle}{r^5} \vec{r} - \frac{\vec{p}}{r^3} \right)$, где \vec{p} – электрический дипольный момент. По какому закону спадает плотность энергии электростатического поля при удалении от точечного заряда? диполя?

1. Классические уравнения Гамильтона и теорема Эренфеста.

2. Работа в электростатическом поле, потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия точечного заряда q в поле, создаваемом системой точечных зарядов Q_j . Потенциал электростатического поля.

3. Точечный источник монохроматического света помещен на расстоянии \mathbf{a} от круглой диафрагмы, а экран с противоположной стороны – на расстоянии \mathbf{b} от нее. При каких радиусах диафрагмы \mathbf{r} центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет темным и при каких – светлым, если перпендикуляр, опущенный из источника на плоскость диафрагмы, проходит через ее центр?

1. Электрон в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме.

2. Цуг и монохроматическая волна. Длина волны, волновой вектор, волновое число. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость.

3. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей: найдите поле, порождаемое бесконечной равномерно заряженной (поверхностная плотность заряда σ) плоскостью, бесконечной равномерно заряженной нитью (линейная плотность заряда κ)

1. Временная эволюция классической величины и временная эволюция квантовомеханического среднего. Интеграл движения в классической и квантовой механике.

2. Вычисление потенциала по известной напряжённости поля и определение конфигурации поля по заданному потенциалу.

3. Свет от лазера, излучающего на длине волны 0.5 мкм, падает по нормали к непрозрачной поверхности, имеющей две узкие параллельные щели, расстояние между которыми 0.5 мм. Найти ширину интерференционных полос на расположенном в вакууме экране, который находится на расстоянии 1 м от поверхности с прорезями.

1. Электростатика: закон Кулона, напряжённость поля, силовые линии, электростатическая защита. Работа в электростатическом поле. Эквипотенциальные поверхности.
2. Постулаты квантовой механики: о квантовых состояниях, о физических величинах, об измерениях, динамический постулат.
3. Запишите и прокомментируйте соотношения неопределённостей для \hat{x} и \hat{p}_x , а также для \hat{L}_x и \hat{L}^2 .

-
1. Симметризованный тензор энергии-импульса электромагнитного поля, физический смысл его компонент. Вектор Пойнтинга и теорема Пойнтинга.
 2. Обобщённое соотношение неопределённостей Хайзенберга. Примеры использования.
 3. Оценить среднюю объёмную плотность электрических зарядов в атмосфере, если известно, что напряжённость электрического поля на поверхности Земли составляет примерно 130 В/м , а на высоте 1 км – примерно 40 В/м .

-
1. Сила Ампера. Магнитное поле прямого постоянного тока. Сила взаимодействия двух коллинеарных постоянных токов.
 2. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
 3. При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\alpha_1=30\%$ светового потока, а через два таких поляризатора – $\alpha_2=13.5\%$. Найти угол между плоскостями пропускания этих поляризаторов.

-
1. Сформулируйте постулат квантовой механики о физических величинах. Покажите, что все собственные значения эрмитова оператора суть вещественные числа.
 2. Убедитесь, что канонический тензор энергии-импульса электромагнитного поля $T^{\mu\nu} = F^{\mu\lambda} \partial^\nu A_\lambda - \frac{1}{4} F_{\alpha\beta} F^{\alpha\beta} \eta^{\mu\nu}$ не является калибровочно инвариантным в отличие от симметризованного тензора энергии-импульса электромагнитного поля $\Theta^{\mu\nu} = T^{\mu\nu} - F^{\mu\lambda} \partial_\lambda A^\nu$.
 3. Определите характер зависимости от температуры электрической восприимчивости диэлектрика, состоящего из полярных молекул.

-
1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Классификация дифракционных явлений.
 2. Временная эволюция классической величины и временная эволюция квантовомеханического среднего. Интеграл движения в классической и квантовой механике.
 3. Найти угловое распределение дифракционных минимумов при дифракции на решетке, период которой равен \mathbf{d} , а ширина щели равна \mathbf{b} .
-