

1. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса. Вторая теорема Карно. Третье начало термодинамики. Вырождение идеального газа.
2. Тензор Максвелла: определение и свойства. Преобразование \vec{E} и \vec{B} при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую: на примере буста вдоль OZ и в общей форме.
3. Два скрещенных поляризатора расположены на пути естественного света интенсивности I_0 . Между ними помещают третий поляризатор. Как должна быть ориентирована его плоскость, чтобы интенсивность света, прошедшего через всю систему была максимальной? Чему она равна?

1. Математическая и «литературная» (понятие вечного двигателя первого рода) формулировки первого начала термодинамики. Определение, примеры, значение функций состояния.
2. 4-вектор плотности электрического тока. Уравнение Максвелла «с источниками». Закон сохранения электрического заряда.
3. Волна естественного света интенсивности I_0 проходит последовательно через два поляризатора, плоскости которых повернуты на угол ϕ друг относительно друга. Как поляризована волна на выходе из системы. Чему равны ее интенсивность и степень поляризации за первым и вторым поляризаторами?

1. Энтропия идеального газа. Теплоемкость. Общее соотношение между C_p и C_v . Соотношение Майера.
2. Общая схема наблюдения интерференции. Когерентные источники. Временная когерентность электромагнитных волн. Длина когерентности. Связь временной когерентности со степенью монохроматичности. Пространственная когерентность электромагнитных волн. Радиус когерентности. Интерференция в тонких пленках.
3. Объясните возникновение пятна Пуассона-Араго за диском. Почему Вы не видите звезд, расположенных за диском Луны на его фоне?

1. Второе начало термодинамики для квазиравновесных процессов. Цикл Карно. КПД тепловой машины. Первая теорема Карно. Равенство Клаузиуса. Вечный двигатель второго рода.
2. Какова интенсивность света в центре дифракционной картины от круглого экрана, если он закрывает всю первую зону? Интенсивность света в отсутствие экрана равна I_0 .
3. Найдите все независимые релятивистские инварианты электромагнитного поля.

1. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение частиц по скоростям.
2. Законы геометрической оптики. Электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн. Интерференция света: определение, общая схема и условия наблюдения интерференции. Интерференция в тонких пленках.
3. Покажите, что объект $\rho(t, \vec{x}), \vec{j}(t, \vec{x})$, построенный из плотности электрического заряда ρ и плотности электрического тока \vec{j} , является 4-вектором.

1. Энтропия одноатомного идеального газа: сопоставление термодинамической и статистической (соотношение Сакура-Тетроде) процедуры вывода. Калорическое и термические уравнения состояния. Изоэнтропийный процесс: уравнение Пуассона.
2. Система уравнений Максвелла в пространстве, свободном от зарядов и токов. Электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн, релятивистские инварианты электромагнитного поля.

3. Рассмотрите идеальный газ. Покажите, что в P-V координатах адиабата наклонена к оси V сильнее, чем изотерма.

1. Одноатомный идеальный газ: распределение средней энергии по степеням свободы, химический потенциал, уравнение состояния. Дисперсия числа частиц и относительная флуктуация числа частиц.
2. Система уравнений Максвелла-Лоренца в вакууме. Работа электрической и магнитной составляющей силы Лоренца. Закон сохранения электрического заряда.
3. Докажите термодинамические тождества $\partial_V T_{\sigma N} = -\partial_\sigma P_{VN}$; $\partial_T V_{PN} = -\partial_P \sigma_{TN}$.

1. Изопроцессы на примере идеального одноатомного газа. Теплоемкость: определение, соотношение между C_p и C_v для идеального газа (уравнение Майера). Политропический процесс.
2. Калибровочные преобразования. Инвариантность тензора Максвелла относительно калибровочных преобразований. Связь полей \vec{E} и \vec{B} с 4-векторным потенциалом A^μ .
3. Одноатомный идеальный газ (масса составляющих его частиц m) находится в термодинамическом равновесии (температура T). Сопоставьте наиболее вероятную величину скорости частиц с их средней скоростью.

1. Состояние термодинамического равновесия. Неравновесный и квазиравновесный процессы. Первое начало термодинамики. Внешние и внутренние макропараметры. Термодинамические функции состояния. Циклический процесс. Вечный двигатель первого рода.
2. Уравнения движения заряженной массивной частицы в электромагнитном поле. 4-сила Лоренца. Калибровочные преобразования. Инвариантность тензора Максвелла относительно калибровочных преобразований.
3. Воспользуйтесь барометрической формулой для того, чтобы оценить, на какую высоту надо подняться, чтобы ощутить, что давление уменьшилось в e раз. Перечислите допущения, сделанные в процессе вычислений.

1. Связь между описанием электромагнитного поля с помощью 4-векторного потенциала и в терминах полей \vec{E} и \vec{B} . Калибровочные преобразования, их значение.
2. Дифракционная решетка. Основная формула. Главные и второстепенные максимумы. Ширина m -го главного максимума. Спектр n -го порядка. Угловая дисперсия, критерий Рэлея, разрешающая способность.
3. Одноатомный идеальный газ (масса составляющих его частиц m) находится в термодинамическом равновесии (температура T). Сопоставьте наиболее вероятную величину скорости частиц с их среднеквадратической скоростью.

1. Термодинамическое и статистическое описание классических систем. Макросостояния, микросостояния, статистический вес. Две системы в тепловом и диффузионном контакте: условия равновесия. Энтропия, температура, химический потенциал.
2. Тензор Максвелла: определение и свойства. Уравнения Максвелла «без источников».
3. Укажите способ повышения КПД тепловой машины. Покажите, что КПД цикла Карно превышает КПД любого другого цикла, имеющего те же температурные пределы. Выясните, в каком случае КПД цикла Карно возрастет сильнее: при повышении температуры нагревателя на ΔT или при понижении температуры холодильника на такую же величину.

1. Законы геометрической оптики. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Классификация дифракционных явлений. Дифракция Фраунгофера на

длинной прямоугольной щели: схема наблюдения, влияние ширины щели на дифракционную картину, условия наблюдения дифракции.

2. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты.

3. Пусть две независимые системы находились в состоянии термодинамического равновесия каждая и имели одинаковые температуры и различные химические потенциалы. Их привели в тепловой и диффузионный контакт. Покажите, что в процессе установления нового равновесного состояния составной системы, частицы переходят из подсистемы, первоначально имевшей более высокий химический потенциал.

1. Тепловая машина, её КПД. Теоремы Карно.

2. Система и резервуар в тепловом и диффузионном контакте. Фактор Больцмана и фактор Гиббса.

3. Два скрещенных поляризатора расположены на пути естественного света интенсивности I_0 . Между ними помещают третий поляризатор. Как должна быть ориентирована его плоскость, чтобы интенсивность света, прошедшего через всю систему была максимальной? Чему она равна?

1. Математическая и «литературная» (понятие вечного двигателя второго рода) формулировки второго начала термодинамики. Определение, примеры, значение функций состояния.

2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Классификация дифракционных явлений

3. Волна естественного света интенсивности I_0 проходит последовательно через два поляризатора, плоскости которых повернуты на угол ϕ друг относительно друга. Как поляризована волна на выходе из системы. Чему равны ее интенсивность и степень поляризации за первым и вторым поляризаторами?

1. Поляризация света. Естественный и частично поляризованный свет. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса. Эллипс поляризации. Распространение света в одноосном кристалле в направлении, перпендикулярном оптической оси. Пластина $\lambda/4$.

2. Термическое и калорическое уравнения состояния термодинамических систем. Идеальный газ.

3. В каком случае КПД цикла Карно увеличится больше: при повышении температуры нагревателя на ΔT или при уменьшении температуры холодильника на такую же величину?

1. Цуг и монохроматическая волна. Длина волны, волновой вектор, волновое число. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость. Кинематические уравнения плоской и сферической монохроматических волн.

2. Полевые уравнения Эйлера-Лагранжа. Лагранжиан электромагнитного поля, взаимодействующего с точечными заряженными частицами. Система уравнений Максвелла в вакууме.

3. Вычислите среднюю квадратическую скорость частиц газа. Масса частиц и температура газа известны. Как изменится давление идеального газа при фиксированном объеме при изменении среднеквадратической скорости молекул на 10%?

1. Использование статистической суммы и большой статистической суммы для вычисления тепловых средних.

2. Полевая версия теоремы Нётер. Сохраняющийся нётеровский ток. Канонический тензор энергии-импульса.

3. Покажите, что при отоплении обычного помещения полная внутренняя энергия газа в нем не изменяется. Воздух считать идеальным газом.

1. Канонический и симметризованный тензоры энергии-импульса электромагнитного поля. Интерпретация компонент симметризованного тензора энергии-импульса электромагнитного поля.
2. Теорема Пойнтинга для случая свободного электромагнитного поля.
3. Один моль идеального газа находится в сосуде, занимая под поршнем объем $V=1$ л. Как изменится энтропия газа при его расширении при постоянной температуре на $\Delta V=0,1$ л?

1. Уравнения Эйлера-Лагранжа для системы точечных частиц и полевые уравнения Эйлера-Лагранжа.
2. Поляризация света. Естественный и частично поляризованный свет. Поляризатор и анализатор. Закон Брюстера.
3. Возможно ли переход термодинамической системы из одного состояния в другое, совершаемый адиабатически равновесно, осуществить адиабатически неравновесно?

1. Аддитивность энтропии. Система и резервуар в тепловом и диффузионном контакте. Фактор Гиббса. Большая статистическая сумма. Фактор Больцмана. Статистическая сумма. Тепловые средние физических величин.
2. 4-векторный потенциал и тензор Максвелла. Действие для электромагнитного поля.
3. Получите соотношение Майера, воспользовавшись общим соотношением, связывающим теплоёмкость при постоянном давлении с теплоёмкостью при постоянном объёме.

1. Описание термодинамических систем, находящихся в тепловом и диффузионном контакте.
2. Использование теории подобия на примерах гармонического осциллятора, материальной точки В в поле тяготения материальной точки А, материальной точки в однородном поле тяготения.
3. Убедитесь в калибровочной инвариантности компонент тензора Максвелла.

1. Дисперсия и относительная флуктуация числа частиц в макросистемах, способных обмениваться частицами с резервуаром.
2. Интерференция света: определение, общая схема и условия наблюдения интерференции. Интерференция в тонких пленках.
3. Водород совершает цикл Карно. Найдите КПД цикла, если при адиабатическом расширении объем газа увеличивается в 2 раза.

1. Описание термодинамической системы, находящейся в тепловом и диффузионном контакте с резервуаром.
2. Политропические процессы: определение, уравнение политропы, примеры.
3. Покажите, что замена лагранжиана $L(q, \dot{q}, t)$ на другой, равный $L(q, \dot{q}, t) + \frac{d\chi(q, t)}{dt}$, уравнений движения не меняет (χ - произвольная функция координат и времени).

1. Система уравнений электродинамики Максвелла-Лоренца.
2. Циклические процессы, рабочее тело, нагреватель, холодильник, КПД тепловой машины. Первая теорема Карно.
3. Две независимые системы находились в состоянии термодинамического равновесия каждая и имели температуры $T_1 > T_2$. Их привели в тепловой контакт. Покажите, что в результате установления нового равновесного состояния составной системы, энергия перейдет от подсистемы, первоначально имевшей более высокую температуру.

1. Энтропия идеального газа. Теплоемкость. Общее соотношение между C_p и C_v . Соотношение Майера.
2. Канонический и симметризованный тензоры энергии-импульса электромагнитного поля. Интерпретация компонент симметризованного тензора энергии-импульса электромагнитного поля.
3. Один моль идеального одноатомного газа находится в сосуде при $T_0=300\text{K}$. Как изменится энтропия газа при нагревании при постоянном объеме на $\Delta T=1\text{ K}$?

1. Математическая и «литературная» (понятие вечного двигателя второго рода) формулировки второго начала термодинамики. Определение, примеры, значение функций состояния.
2. Распространение света в анизотропной среде: двулучепреломление, оптическая ось, распространение света в одноосном кристалле в направлении, перпендикулярном оптической оси, пластинка $\lambda/4$.
3. Как опытным путём отличить свет, обладающий циркулярной поляризацией от естественного света?

1. Сформулируйте начала термодинамики. Раскройте содержание понятий: термодинамическая система, квазиравновесный процесс, энтропия.
2. Цуг и монохроматическая волна. Длина волны, волновой вектор, волновое число. Волновая поверхность, фронт волны, фазовая скорость.
3. Найти угловое распределение дифракционных минимумов при дифракции на решетке, период которой равен d , а ширина щели равна b .

1. Общая схема наблюдения интерференции. Когерентные источники. Временная когерентность электромагнитных волн. Длина когерентности. Связь временной когерентности с степенью монохроматичности. Пространственная когерентность электромагнитных волн. Радиус когерентности.
2. Сформулируйте нулевое и первое начала термодинамики.
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. Термическое и калорическое уравнения состояния термодинамических систем. Идеальный газ.
2. Вектор Умова-Пойнтинга, его физический смысл. Теорема Пойнтинга.
3. Точечный источник монохроматического света помещен на расстоянии a от круглой диафрагмы, а экран с противоположной стороны – на расстоянии b от нее. При каких радиусах диафрагмы 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. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение частиц по скоростям.
2. Использование теории подобия на примерах гармонического осциллятора, материальной точки B в поле тяготения материальной точки A , материальной точки в однородном поле тяготения.
3. При падении естественного света на некоторый поляризатор проходит $\alpha_1=30\%$ светового потока, а через два таких поляризатора – $\alpha_2=13.5\%$. Найдите угол между плоскостями пропускания этих поляризаторов.

1. Законы геометрической оптики. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Классификация дифракционных явлений.

2. Тензор Максвелла: определение и свойства. Преобразование \vec{E} и \vec{B} при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую: на примере буста вдоль OZ и в общей форме.

3. Покажите, что замена лагранжиана $L(q, \dot{q}, t)$ на другой, равный $L(q, \dot{q}, t) + \frac{d\chi(q, t)}{dt}$,

уравнений движения не меняет (χ - произвольная функция координат и времени).

1. Дифракция Фраунгофера на длинной прямоугольной щели: схема наблюдения, влияние ширины щели на дифракционную картину, условия наблюдения дифракции

2. Действие для заряженной частицы в электромагнитном поле. Сила Лоренца.

3. Волна естественного света интенсивности I_0 проходит последовательно через два поляризатора, плоскости которых повернуты на угол ϕ друг относительно друга. Как поляризована волна на выходе из системы. Чему равны ее интенсивность и степень поляризации за первым и вторым поляризаторами?

1. Математическая и «литературная» (понятие вечного двигателя первого рода) формулировки первого начала термодинамики. Определение, примеры, значение функций состояния.

2. Уравнения движения заряженной массивной частицы в электромагнитном поле. 4-сила Лоренца. Калибровочные преобразования. Инвариантность тензора Максвелла относительно калибровочных преобразований.

3. Докажите термодинамические тождества $\partial_V T_{\sigma N} = -\partial_\sigma P_{VN}$; $\partial_T V_{PN} = -\partial_P \sigma_{TN}$.