

Вопросы для подготовки к экзамену по физике

Май 2025

Ответы на вопросы

1. Основная задача кинематики. Способы задания движения. Кинематические уравнения движения.

Основная задача кинематики: Описать движение тел без учета причин, его вызывающих, определяя положение, скорость и ускорение как функции времени.

Способы задания движения:

- *Координатный:* через зависимости координат от времени $x(t), y(t), z(t)$.
- *Векторный:* через радиус-вектор $\vec{r}(t)$.
- *Естественный:* через траекторию, закон движения $s(t)$ и начало отсчета.

Кинематические уравнения (для равноускоренного движения):

$$\begin{aligned}x &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \\v &= v_0 + a t, \\v^2 &= v_0^2 + 2a(x - x_0).\end{aligned}$$

2. Скорость и ускорение. Координатный и векторный способы задания.

Скорость: Производная радиус-вектора по времени, $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$. В координатной форме: $v_x = \frac{dx}{dt}, v_y = \frac{dy}{dt}, v_z = \frac{dz}{dt}$.

Ускорение: Производная скорости по времени, $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$. В координатной форме: $a_x = \frac{dv_x}{dt}, a_y = \frac{dv_y}{dt}, a_z = \frac{dv_z}{dt}$.

Векторный способ: \vec{v}, \vec{a} задаются как векторы с компонентами.

Координатный способ: через проекции на оси координат.

3. Движение точки по окружности. Нормальное и тангенциальное ускорения.

Движение по окружности: Точка движется по окружности радиусом R с угловой скоростью $\omega = \frac{d\phi}{dt}$.

Тангенциальное ускорение: $a_\tau = \frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\alpha$, где α — угловое ускорение.

Нормальное ускорение: $a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$, направлено к центру окружности.
Полное ускорение: $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$.

4. Поступательное и вращательное движение абсолютно твердого тела. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение.

Поступательное движение: Все точки тела движутся одинаково (траектории и скорости совпадают).

Вращательное движение: Тело вращается вокруг оси, каждая точка описывает окружность.

Угол поворота: ϕ (рад), определяет поворот тела.

Угловая скорость: $\omega = \frac{d\phi}{dt}$ (рад/с).

Угловое ускорение: $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ (рад/с²).

Уравнения для равноускоренного вращения:

$$\phi = \phi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2,$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t.$$

5. Взаимосвязь линейных и угловых кинематических величин.

- Линейное перемещение: $s = R\phi$.
- Линейная скорость: $v = R\omega$.
- Линейное ускорение: $a_\tau = R\alpha$, $a_n = R\omega^2$.

R — расстояние от оси вращения. Эти формулы связывают параметры точки на вращающемся теле с угловыми характеристиками.

6. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея.

Законы Ньютона:

- (a) Тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока внешняя сила не изменит его ($\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{v} = \text{const}$).
- (b) Ускорение пропорционально силе: $\vec{F} = m\vec{a}$.
- (c) Действие равно противодействию: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.

Принцип относительности Галилея: Законы механики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета (ИСО).

7. Система материальных точек. Внутренние и внешние силы. 2-й закон Ньютона для системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

Система материальных точек: Совокупность взаимодействующих точек.
Внутренние силы: Силы взаимодействия между точками системы (суммируются в нуль).

Внешние силы: Силы, действующие извне.

2-й закон Ньютона для системы: $\sum \vec{F}_{\text{внеш}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, где $\vec{P} = \sum m_i \vec{v}_i$ — импульс системы.

Закон сохранения импульса: Если $\sum \vec{F}_{\text{внеш}} = 0$, то $\vec{P} = \text{const}$.

8. Работа и мощность.

Работа силы: $A = \vec{F} \cdot \vec{s} \cos \alpha$, где α — угол между \vec{F} и \vec{s} . Единица: Дж.

Мощность: $P = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \cos \alpha$. Единица: Вт.

9. Кинетическая энергия. Вывод теоремы об изменении кинетической энергии.

Кинетическая энергия: $K = \frac{1}{2}mv^2$.

Теорема об изменении кинетической энергии: Работа равна изменению кинетической энергии.

Вывод: Из $\vec{F} = m\vec{a}$, умножим на $d\vec{s}$: $\vec{F} \cdot d\vec{s} = m\vec{a} \cdot d\vec{s}$. Так как $\vec{a} \cdot d\vec{s} = \vec{v} \cdot d\vec{v}$, то:

$$A = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int m\vec{v} \cdot d\vec{v} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \Delta K.$$

10. Потенциальная энергия. Взаимосвязь силы и потенциальной энергии.

Потенциальная энергия: Энергия, зависящая от положения. Примеры: $U = mgh$ (гравитация), $U = \frac{1}{2}kx^2$ (упругость).

Взаимосвязь: Сила — градиент потенциальной энергии с обратным знаком: $\vec{F} = -\nabla U$.

11. Консервативные и неконсервативные силы. Их характеристики.

Консервативные силы: Работа не зависит от траектории (гравитация, упругость). Характеристики: $U = \text{const}$, $\oint \vec{F} \cdot d\vec{l} = 0$.

Неконсервативные силы: Работа зависит от траектории (трение). Энергия рассеивается.

12. Закон сохранения энергии в механике. Теорема об изменении механической энергии.

Закон сохранения энергии: В замкнутой системе с консервативными силами $E = K + U = \text{const}$.

Теорема: Работа неконсервативных сил равна изменению полной энергии: $A_{\text{неконс}} = \Delta(K + U)$.

13. Момент импульса. Момент силы.

Момент импульса: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v}$. Единица: кг·м²/с.

Момент силы: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$. Единица: Н·м. Связь: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$.

14. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.

Основное уравнение: $M = I\alpha$, где I — момент инерции.

Закон сохранения: Если $\vec{M}_{\text{внеш}} = 0$, то $\vec{L} = I\omega = \text{const}$.

15. Момент инерции и его свойства.

Момент инерции: $I = \sum m_i r_i^2$ или $I = \int r^2 dm$.

Свойства:

- Зависит от распределения массы и оси вращения.
- Аддитивен: $I_{\text{сумм}} = I_1 + I_2 + \dots$
- Теорема Штейнера: $I = I_0 + md^2$.

16. **Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса твердого тела.**
 Основное уравнение: $M = I\alpha$.
 Закон сохранения: $I\omega = \text{const}$ при $\vec{M}_{\text{внеш}} = 0$.
17. **Работа силы и кинетическая энергия тела при вращении.**
 Работа: $A = M\phi$.
 Кинетическая энергия: $K = \frac{1}{2}I\omega^2$.
 Работа равна изменению кинетической энергии: $A = \Delta K$.
18. **Свободные колебания. Характеристики и уравнение колебаний.**
 Свободные колебания: Колебания без внешнего воздействия.
 Характеристики: Амплитуда (A), период (T), частота ($\nu = \frac{1}{T}$), циклическая частота ($\omega = 2\pi\nu$).
 Уравнение: $x = A \cos(\omega t + \phi_0)$. Для пружины: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.
19. **Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний.**
 Затухающие колебания: Колебания с уменьшающейся амплитудой.
 Уравнение: $x = A_0 e^{-\delta t} \cos(\omega' t + \phi_0)$, где $\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$.
 Характеристики: Логарифмический декремент $\lambda = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}} = \delta T$, добротность $Q = \frac{\pi}{\lambda}$.
20. **Вынужденные колебания. Резонанс.**
 Вынужденные колебания: Колебания под действием внешней силы.
 Уравнение: $x = A \cos(\omega t + \phi)$.
 Резонанс: Максимальная амплитуда при $\omega \approx \omega_0$.
21. **Понятие волны. Характеристики волны. Продольные и поперечные волны.**
 Волна: Распространение колебаний в среде.
 Характеристики: Длина волны (λ), частота (ν), период (T), скорость ($v = \lambda\nu$), амплитуда (A).
 Продольные волны: Колебания вдоль направления распространения (звук).
 Поперечные волны: Колебания перпендикулярно направлению (волны на струне).
22. **Уравнения плоской и сферической волны. Волновое уравнение.**
 Плоская волна: $u(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \phi_0)$, где $k = \frac{2\pi}{\lambda}$.
 Сферическая волна: $u(r, t) = \frac{A}{r} \cos(\omega t - kr + \phi_0)$.
 Волновое уравнение: $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$.
23. **Волновой перенос энергии и его характеристики: поток, плотность потока, интенсивность.**
 Поток энергии: Энергия через поверхность за единицу времени.
 Плотность потока: $\Phi = \rho v A^2 \omega^2$.
 Интенсивность: $I = \frac{1}{2} \rho v A^2 \omega^2$. Единица: Вт/м².
24. **Постулаты Эйнштейна. Преобразование длины и интервалов времени.**
 Постулаты Эйнштейна:

(а) Законы физики одинаковы во всех ИСО.

(b) Скорость света $c = \text{const}$.

Преобразование длины: $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

Преобразование времени: $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

25. Релятивистская динамика.

Релятивистский импульс: $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

2-й закон Ньютона: $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$.

Релятивистская масса: $m_{\text{рел}} = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

26. Энергия релятивистской частицы. Взаимосвязь массы и энергии.

Полная энергия: $E = \gamma mc^2$, где $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

Кинетическая энергия: $K = (\gamma - 1)mc^2$.

Энергия покоя: $E_0 = mc^2$.

Взаимосвязь: $E = m_{\text{рел}}c^2$.

27. Термодинамические параметры. Понятие идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.

Параметры: Давление (p), объем (V), температура (T), количество вещества (n).

Идеальный газ: Молекулы не взаимодействуют, кроме упругих столкновений.

Уравнение состояния: $pV = nRT$, где $R = 8.31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

28. Опытные газовые законы.

- Бойля-Мариотта: $pV = \text{const}$ ($T = \text{const}$).
- Гей-Люссака: $\frac{V}{T} = \text{const}$ ($p = \text{const}$).
- Шарля: $\frac{p}{T} = \text{const}$ ($V = \text{const}$).
- Авогадро: Равные объемы содержат одинаковое число молекул.

29. Внутренняя энергия идеального газа. Распределение энергии по степеням свободы молекулы.

Внутренняя энергия: $U = \frac{f}{2}nRT$, где f — число степеней свободы.

Распределение: На каждую степень свободы — $\frac{1}{2}kT$.

- Одноатомный газ: $f = 3$.
- Двухатомный газ: $f = 5$.
- Многоатомный газ: $f \geq 6$.

30. Работа в термодинамике. Работа при различных процессах. Теплообмен. Первое начало термодинамики.

Работа газа: $A = \int p dV$.

- Изотермический: $A = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$.
- Изобарический: $A = p(V_2 - V_1)$.

- *Изохорический*: $A = 0$.

Теплообмен: $Q = \Delta U + A$.

Первое начало: $\Delta U = Q - A$.

31. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.

- *Изотермический* ($T = \text{const}$): $\Delta U = 0$, $Q = A = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$.
- *Изобарический* ($p = \text{const}$): $\Delta U = \frac{f}{2} nR \Delta T$, $A = p(V_2 - V_1)$, $Q = \Delta U + A$.
- *Изохорический* ($V = \text{const}$): $A = 0$, $\Delta U = Q = \frac{f}{2} nR \Delta T$.
- *Адиабатический* ($Q = 0$): $\Delta U = -A$.

32. Теплоемкость идеального газа. Молярная и удельная теплоемкости. Формула Майера.

Молярная теплоемкость:

- При постоянном объеме: $C_V = \frac{f}{2} R$.
- При постоянном давлении: $C_p = C_V + R$.

Удельная теплоемкость: $c = \frac{C}{\mu}$.

Формула Майера: $C_p - C_V = R$.

33. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Работа газа при адиабатическом процессе.

Адиабатический процесс: $Q = 0$, $pV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$.

Уравнение Пуассона: $pV^\gamma = \text{const}$, $TV^{\gamma-1} = \text{const}$, $p^{1-\gamma} T^\gamma = \text{const}$.

Работа газа: $A = -\Delta U = \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{\gamma - 1}$.

34. Цикл. Тепловые и холодильные машины.

Цикл: Процесс, возвращающий систему в исходное состояние.

Тепловая машина: КПД $\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$.

Холодильная машина: Коэффициент эффективности $\varepsilon = \frac{Q_2}{A}$.

35. Цикл Карно. Вывод формулы для КПД цикла Карно. Теорема Карно.

Цикл Карно: Две изотермы и две адиабаты.

КПД: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$.

Вывод: Работа $A = Q_1 - Q_2$, $Q_1 = nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$, $Q_2 = nRT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}$. Так как $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_4}{V_3}$, то $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$.

Теорема Карно: КПД цикла Карно максимален.

36. Второе и третье начала термодинамики.

Второе начало: Тепло не переходит от холодного тела к горячему без работы. $\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$.

Третье начало: Энтропия $S \rightarrow 0$ при $T \rightarrow 0$ К.

37. Концепция энтропии. Статистическая природа второго начала термодинамики.

Энтропия: Мера беспорядка, $S = \int \frac{dQ_{\text{обр}}}{T}$.

Статистическая природа: $S = k \ln \Omega$, где Ω — число микросостояний. Второе начало отражает стремление к максимуму Ω .

38. **Формула Больцмана. Статистический смысл энтропии.**
 Формула Больцмана: $S = k \ln \Omega$, где $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К.
 Статистический смысл: Энтропия измеряет степень беспорядка системы.
39. **Первое начало термодинамики для систем с переменным числом частиц. Химический потенциал.**
 Первое начало: $dU = dQ - dA + \mu dN$, где μ — химический потенциал.
 Химический потенциал: $\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial N}\right)_{S,V}$. Единица: Дж/моль.
40. **Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.**
 Реальные газы: Учитывают межмолекулярные взаимодействия.
 Уравнение Ван-дер-Ваальса: $\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = nRT$, где a — притяжение молекул, b — объем молекул.
41. **Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томпсона.**
 Внутренняя энергия: $U = \frac{f}{2}nRT - \frac{an^2}{V}$.
 Эффект Джоуля-Томпсона: Изменение температуры при дросселировании.
 Коэффициент: $\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$.
42. **Электрический заряд. Дискретность заряда. Закон сохранения заряда. Закон Кулона.**
 Электрический заряд: Свойство частиц. Единица: Кл.
 Дискретность: Заряд кратен $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 Закон сохранения: Суммарный заряд замкнутой системы сохраняется.
 Закон Кулона: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, где $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.
43. **Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электрических полей.**
 Напряженность: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. Единица: В/м.
 Поле точечного заряда: $E = \frac{kq}{r^2}$.
 Принцип суперпозиции: $\vec{E} = \sum \vec{E}_i$.
44. **Теорема Гаусса. Расчет поля заряженной сферы с использованием теоремы Гаусса.**
 Теорема Гаусса: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$.
 Поле заряженной сферы:
- Вне сферы ($r > R$): $E = \frac{kQ}{r^2}$.
 - Внутри проводящей сферы ($r < R$): $E = 0$.
 - Внутри диэлектрической сферы: $E = \frac{kQr}{R^3}$.
45. **Работа сил электрического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Принцип суперпозиции.**
 Работа: $A = q(U_1 - U_2)$.
 Потенциал: $U = \frac{W}{q}$. Единица: В.
 Разность потенциалов: $\Delta U = - \int \vec{E} \cdot d\vec{l}$.
 Принцип суперпозиции: $U = \sum U_i$, где $U_i = \frac{kq_i}{r_i}$.
46. **Связь между потенциалом и напряжённостью электрического поля. Работа вдоль замкнутого контура и циркуляция вектора напряжённости**

электростатического поля.

Связь: $\vec{E} = -\nabla U$.

Работа по замкнутому контуру: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$.

Циркуляция: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$.

47. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Ёмкость плоского конденсатора.

Электрическая ёмкость: $C = \frac{Q}{U}$. Единица: Ф.

Конденсаторы: Устройства для накопления заряда.

Ёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$.

48. Энергия конденсатора. Плотность энергии электрического поля.

Энергия конденсатора: $W = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$.

Плотность энергии: $w = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2$.

49. Электрический диполь. Дипольный момент. Диполь во внешнем электрическом поле.

Электрический диполь: Система зарядов $+q$ и $-q$ на расстоянии l .

Дипольный момент: $\vec{p} = ql$.

Диполь в поле: Энергия $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$, момент силы $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$.

50. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации и их особенности.

Поляризация: Смещение зарядов, $\vec{P} = \frac{\sum \vec{p}}{V}$.

Виды:

- Электронная: Смещение электронных облаков.
- Ионная: Смещение ионов.
- Ориентационная: Поворот диполей.

51. Сегнетоэлектрики и их свойства. Гистерезис. Домены. Точка Кюри.

Сегнетоэлектрики: Диэлектрики с самопроизвольной поляризацией.

Гистерезис: Зависимость поляризации от поля с запаздыванием.

Домены: Области с одинаковой ориентацией диполей.

Точка Кюри: Температура, выше которой свойства теряются.

52. Электрический ток. Его характеристики и условия существования.

Электрический ток: Упорядоченное движение зарядов, $I = \frac{dq}{dt}$.

Характеристики: Сила тока (I), плотность тока ($j = \frac{I}{S}$).

Условия: Наличие свободных зарядов и электрического поля.

53. Законы Ома в интегральной и дифференциальной формах.

Интегральная форма: $I = \frac{U}{R}$.

Дифференциальная форма: $\vec{j} = \sigma \vec{E}$, где σ — проводимость.

54. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

Работа тока: $A = IUt$.

Мощность: $P = IU = I^2 R$.

Закон Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R t$, в дифференциальной форме: $q = \rho j^2 t$.

55. Магнитное поле и его источники. Магнитная индукция.

Магнитное поле: Создается токами или магнитами.

Источники: Токи, движущиеся заряды, магнитные моменты.

Магнитная индукция: \vec{B} , единица: Тл. Сила Лоренца: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$.

56. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара.

Принцип суперпозиции: $\vec{B} = \sum \vec{B}_i$.

Закон Био-Савара: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$, где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

57. Закон полного тока. Магнитное поле соленоида.

Закон полного тока: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{сскв}}$.

Магнитное поле соленоида: $B = \mu_0 n I$, где $n = \frac{N}{l}$.

58. Сила Ампера. Взаимодействие прямолинейных проводников с током.

Сила Ампера: $d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$. Для прямого проводника: $F = I l B \sin \theta$.

Взаимодействие проводников: $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$.

59. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.

Сила Лоренца: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$.

Движение:

- Перпендикулярно \vec{B} : окружность, $R = \frac{mv}{qB}$.
- Параллельно \vec{B} : прямолинейное.
- Под углом: спираль.

60. Магнитный поток. Потокосцепление. Теорема Гаусса для магнитного поля.

Магнитный поток: $\Phi = BS \cos \theta$. Единица: Вб.

Потокосцепление: $\Psi = N\Phi$.

Теорема Гаусса: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$.

61. Магнитные моменты атомов. Орбитальный и спиновый магнитные моменты.

Магнитный момент: $\vec{\mu} = I\vec{S}$.

Орбитальный момент: $\mu_{\text{орб}} = \frac{e\hbar}{2}$.

Спиновый момент: $\mu_{\text{спин}} = \frac{e\hbar}{2m_e}$.

62. Намагниченность. Магнитные восприимчивость и проницаемость среды.

Намагниченность: $\vec{M} = \sum \vec{\mu}$.

Восприимчивость: $\chi = \frac{M}{H}$.

Проницаемость: $\mu = \mu_0(1 + \chi)$, где $\vec{B} = \mu\vec{H}$.

63. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.

Электромагнитная индукция: ЭДС при изменении магнитного потока.

Закон Фарадея: $\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$.

Правило Ленца: Индукционный ток противодействует изменению потока.

64. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность длинного соленоида.

Самоиндукция: ЭДС от изменения собственного тока.

Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$. Единица: Гн.

Индуктивность соленоида: $L = \mu_0 n^2 S l$.

65. **Энергия катушки индуктивности с током. Энергия и плотность энергии магнитного поля.**
 Энергия катушки: $W = \frac{1}{2}LI^2$.
 Плотность энергии: $w = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$.
66. **Явление интерференции. Когерентные волны. Интенсивность света при наложении двух когерентных волн.**
 Интерференция: Усиление или ослабление волн.
 Когерентные волны: Одинаковая частота, постоянная разность фаз.
 Интенсивность: $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi$.
67. **Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников.**
 Разность хода: $\Delta = d \sin \theta$.
 Условие максимума: $\Delta = m\lambda$.
 Условие минимума: $\Delta = (m + \frac{1}{2})\lambda$.
 Положение максимумов: $y_m = \frac{m\lambda L}{d}$.
68. **Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.**
 Интерференция: Наложение волн от границ пленки. $\Delta = 2nd \cos \theta \pm \frac{\lambda}{2}$.
 Полосы равного наклона: Разный угол падения.
 Полосы равной толщины: Изменение толщины.
 Кольца Ньютона: Радиус $r_m = \sqrt{m\lambda R}$.
69. **Явление дифракции. Условия наблюдения. Принцип Гюйгенса-Френеля.**
 Дифракция: Огибание препятствий.
 Условия: Размер препятствия $\approx \lambda$.
 Принцип Гюйгенса-Френеля: Каждая точка фронта — источник вторичных волн.
70. **Дифракция на щели. Условия максимумов и минимумов.**
 Для щели шириной a :
 Условие минимумов: $a \sin \theta = m\lambda$.
 Условие максимумов: Центральный при $\theta = 0$.
71. **Дифракционная решетка. Условия главных максимумов. Применение дифракционной решетки. Угловая дисперсия и разрешающая способность.**
 Условие максимумов: $d \sin \theta = m\lambda$.
 Применение: Разложение света в спектр.
 Угловая дисперсия: $D = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \theta}$.
 Разрешающая способность: $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = Nm$.
72. **Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации света.**
 Поляризация: Ориентация вектора \vec{E} .
 Естественный свет: Неполяризованный.
 Поляризованный свет: \vec{E} в одной плоскости.
 Степень поляризации: $P = \frac{I_{\text{пол}} - I_{\text{непол}}}{I_{\text{пол}} + I_{\text{непол}}}$.
73. **Двойное лучепреломление. Закон Малюса. Призма Николя.**
 Двойное лучепреломление: Расщепление луча на обыкновенный и необыкновенный.

Закон Малюса: $I = I_0 \cos^2 \theta$.

Призма Николя: Устройство для получения поляризованного света.

74. Природа теплового излучения и его равновесность. Характеристики теплового излучения.

Природа: Излучение от теплового движения.

Равновесность: Равновесие излучения с веществом.

Характеристики: Спектральная плотность (u_ν), светимость ($R = \sigma T^4$).

75. Законы теплового излучения.

- *Стефана-Больцмана:* $R = \sigma T^4$, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

- *Вина:* $\lambda_{\text{max}} T = b$, $b = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$.

- *Кирхгофа:* $\frac{\varepsilon_\nu}{\alpha_\nu} = u_\nu(T)$.

76. Испускательная способность абсолютно черного тела. Гипотеза Планка.

Испускательная способность: $u_\nu(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$.

Гипотеза Планка: Энергия излучается квантами: $E = h\nu$, $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

77. Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна.

Внешний фотоэффект: Выбивание электронов светом.

Законы:

(a) Число фотоэлектронов пропорционально интенсивности.

(b) Энергия зависит от частоты.

(c) Существует пороговая частота ν_0 .

Уравнение Эйнштейна: $h\nu = A + \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$.

78. Квантовая гипотеза света. Фотоны. Энергия, масса и импульс фотона.

Квантовая гипотеза: Свет состоит из фотонов.

Энергия фотона: $E = h\nu$.

Масса: $m_0 = 0$, $m = \frac{h\nu}{c^2}$.

Импульс: $p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$.

79. Опыты Резерфорда. Закономерности спектров излучения атома водорода. Дискретность энергетических уровней в атоме.

Опыты Резерфорда: Рассеяние α -частиц, ядерная модель атома.

Спектры водорода: $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$, $R = 1.097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

Дискретность: $E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ эВ}$.

80. Атом водорода и его спектр излучения по теории Бора.

Теория Бора:

(a) Электроны на стационарных орбитах: $L = n\hbar$.

(b) Излучение при переходе: $h\nu = E_n - E_m$.

Энергия уровней: $E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ эВ}$.

81. Уравнение Шрёдингера для атома водорода. Собственные значения энергии электрона в атоме водорода. Квантовые числа.

Уравнение Шрёдингера: $-\frac{\hbar^2}{2m_e}\nabla^2\psi - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}\psi = E\psi$.

Энергия: $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ эВ.

Квантовые числа:

- Главное (n): определяет энергию.
- Орбитальное (l): $0 \leq l \leq n - 1$.
- Магнитное (m_l): $-l \leq m_l \leq l$.
- Спиновое (m_s): $\pm\frac{1}{2}$.

82. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.

Спонтанное излучение: Самопроизвольный переход с испусканием фотона.

Вынужденное излучение: Переход под действием фотона, когерентное излучение.

Лазеры: Используют вынужденное излучение и инверсию населённости.

83. Получение и природа рентгеновских лучей. Тормозное и характеристическое излучение. Закон Мозли.

Получение: Ускоренные электроны ударяются о мишень.

Тормозное излучение: Непрерывный спектр.

Характеристическое излучение: Линейчатый спектр.

Закон Мозли: $\sqrt{\nu} = a(Z - b)$.

84. Атомное ядро. Строение ядер. Модели ядра.

Строение: Протоны и нейтроны (нуклоны).

Модели:

- Капельная: Ядро как капля жидкости.
- Оболочечная: Нуклоны на энергетических уровнях.
- Коллективная: Комбинация капельной и оболочечной.

85. Дефект массы. Энергия связи атомного ядра.

Дефект массы: $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M$.

Энергия связи: $E_{св} = \Delta mc^2$.

86. Радиоактивность. α - и β -распад. γ -излучение. Закон радиоактивного распада.

Радиоактивность: Самопроизвольное испускание частиц или излучения.

α -распад: Испускание ядра ${}^4_2\text{He}$.

β -распад: Испускание электрона (β^-) или позитрона (β^+).

γ -излучение: Испускание фотона.

Закон распада: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

87. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерной реакции. Ядерные реакции деления.

Ядерные реакции: Изменение состава ядра.

Энергетический выход: $Q = (M_{исх} - M_{кон})c^2$.

Реакции деления: Деление тяжелого ядра (${}^{235}\text{U}$) на два легче, $Q \approx 200$ МэВ.