

Любое учение без размышления – пустая трата времени.
Слушай мудрое, но выбирай только хорошее
Конфуций.
Сюэ э бу сы зэ ван

Толковый словарь физических терминов

А

- Аналитическая запись II-го закона Ньютона:

$$\frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = f(\vec{r}, t)$$

- Антicomмутатор операторов $[\hat{L}, \hat{M}] = \hat{L}\hat{M} - \hat{M}\hat{L}$

Б

- «Барьер» (потенциальный) - скачок потенциальной энергии – быстрое изменение потенциальной энергии при некотором значении координаты.
- «Близость» одной функции f к другой g - малость величины длины вектора разности = нормы вектора: $\|f - g\| < \varepsilon, \quad \varepsilon \rightarrow 0; \quad \|r\| = \int r \cdot d^n q$

В

- Вектор – объект, имеющий 2 характеристики – 1) длину, 2) направление относительно некоторого заранее выбранного.
- Вектор (Умова)-Пойнтинга. Вектор плотности потока энергии электромагнитной волны через единицу площади в направлении волнового вектора. Назван по имени англ. физика Дж. Г. Пойнтинга (J. H. Poynting). В системе CGS - $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E} \times \vec{H}]$. В системе СИ - $\vec{S} = [\vec{E} \times \vec{B}]$
- Вероятность (англ. probability) – доля событий с заданным исходом по отношению к полному числу испытаний при количестве испытаний, стремящемся к бесконечности.
Для непрерывной величины - вероятность того, что случайная величина находится в интервале от x до $x+dx$ равна плотности вероятности $\rho(x)$ умноженной на приращение случайной величины $dw = \rho(x) \cdot dx$
- Вероятность (нахождения, определения). Вероятность, с которой будет измерено (обнаружено, определено) некоторое значение физической величины. Пример: вероятность нахождения некоторой координаты частицы – с какой вероятностью будет измерена заданная координата частицы.
- Вспышка (света). Кратковременное световое излучение.
- Возбуждение колебаний. Нарастающие из состояния покоя колебания.
- Волновая функция (свободной частицы) $\psi(\vec{r}, t)$ - комплексная функция, квадрат модуля которой, умноженный на элемент объема дает долю вероятности нахождения частицы в заданной точке пространства $dw = |\psi(\vec{r}, t)|^2 d^3 r$.
- Вольт – амперная характеристика (ВАХ). Зависимость тока I , протекающего через электрический прибор от напряжения U на зажимах прибора. ВАХ как правило отображается в графическом виде $I = I(U)$.
- Второй (II-й) закон Ньютона

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_\Sigma, \quad m\vec{a} = \vec{F}_\Sigma$$

•

Г

- Гильбертово пространство. Бесконечно мерное векторное пространство (введено Д. Гильбертом) над полем комплексных чисел с определенным скалярным произведением – нормой вектора. Пространство $L^2(a,b)$ - совокупность всех комплекснозначных функций, интегрируемых с квадратом на промежутке $[a, b]$ вещественной оси. Скалярное произведение функций f, g из $L^2(a, b)$ задается формулой

$$(f, g) = \int_a^b f(x) \cdot g^*(x) \cdot dx .$$

- Гиромагнитное отношение. Отношение магнитного момента в каком либо движении к соответствующему моменту импульса (угловому моменту). Гиромагнитное отношение измеряется в единицах магнетона Бора $\mu_B = e\hbar/2m_e c$, m_e – масса электрона, либо в единицах ядерного магнетона $\mu_N = e\hbar/2m_p c$, m_p – масса протона.
- Гравитационная масса – коэффициент пропорциональности между напряженностью гравитационного поля и гравитационной силой. Экспериментально с хорошей точностью измерено равенство гравитационной и инертной масс.
- Границы движения – предельные значения координат, между которыми происходит движение частицы. Граница движения тождественна понятию точка остановки.

Д

- Детектор – прибор (датчик) для регистрации элементарных частиц. Примеры детекторов – дозиметры, радиометры, измеряют поток ионизирующих частиц.
- Дипольный момент (электрический) – произведение заряда на вектор, направленный из отрицательного заряда к положительному. $\vec{d} = q \cdot \vec{l}$.
- Дискретный спектр. Значения энергии, либо другой физической величины, принимающие значения из набора счетного множества точно определенных (дискретных) величин. Например, спектр энергий в бесконечной потенциальной яме: $E_n = \frac{n^2 \hbar^2}{2ma^2}$, $E = \{E_1, E_2, \dots, E_k, \dots\}$
- Дисперсия случайной величины. Дисперсия $\sigma(x)$ случайной величины x есть $\sigma(x) = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$. Квадратный корень из дисперсии называется среднеквадратичным отклонением.
- Дифракция (света) – явление изменения направления распространения светового потока от первоначального после прохождения вблизи препятствия.
- Дифференциальное сечение рассеяния. – Доля поперечной площади в окрестности силового центра мишени, пройдя которую налетающая частица рассеивается в интервал углов $\theta, \theta + d\theta$ числа частиц $d\sigma(\theta) = dN(\theta)/nlN$, n – концентрация силовых центров (ядер) в мишени, l – толщина мишени, N – число налетающих частиц. Дифференциальное сечение рассеяния равно вероятности

рассеяния в интервал углов $\theta \div \theta + d\theta$, отнесенной к единичной поверхностной плотности рассеивающих силовых центров (ядер).

Е

- Единицы измерения площади - $b, \text{см}^2, \text{м}^2, \dots$
- Единицы измерения объема - $\text{см}^3, \text{м}^3, \dots$
- Единица измерения энергии в системе CGS – 1 эрг. 1 эрг = 1 дина * 1 см.
- Единица измерения энергии в системе СИ – 1 Джоуль. 1 Дж = 1 Н*1 м.
- Единый набор собственных функций. Набор собственных функций, принадлежащих двум различным операторам. Пример - операторы \hat{l}_z, \hat{l}^2 имеют единый набор собственных функций.

Ж

З

- Задача на собственные значения $\hat{L}\psi = \lambda\psi$
- Законы сохранения – постоянство (неизменность) некоторой физической величины с течением времени, например $E(t) = \text{const}$,
- Закон сохранения энергии. В поле консервативных сил полная энергия системы сохраняется $W = E_K + U + E_{INT} = \text{const}$
- Законы сохранения 7 физических величин в центральном поле (в классической физике)
- Заряд (положительный, отрицательный) – скалярная дискретная величина – коэффициент пропорциональности между силой и напряженностью электрического поля. Заряд: 1) создает электрическое поле., 2) на заряд, помещенный в поле действует электрическая сила. Заряд принимает величины, пропорциональные заряду электрона.
 $q_e = 4,8 \cdot 10^{-10}$ (CGS) $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл(СИ).
- Затухающие колебания. Колебания с уменьшением амплитуды. Затухание – уменьшение амплитуды процесса.

И

- Излучение – возбуждение (рождение) электромагнитной волны в результате, например, процессов перехода с одного атомного энергетического уровня на другой.
В классической электродинамике – всякий ускоренно движущийся заряд излучает.
- Импульс (нерелятивистский). Векторная величина равная $\vec{p} = m\vec{v}$
Импульс пространственный (релятивистский). $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$
4-х импульс $\mathcal{P} = (p_0, \vec{p}) = (\varepsilon, \vec{p})$
- Импульс (современное определение) – (количество движения -устаревшее) = $m\vec{v}$ - нерелятивистский.
- Интегрирование уравнения движения.

Определение скоростей и координат частицы в зависимости от времени при заданных начальных данных.

- Интерпретация. (Interpretation – англ.) Истолкование, разъяснение смысла какого-либо понятия; перевод на более понятные термины.
- Интерференция. Сложение амплитуд нескольких колебательных процессов. Интерференция света, акустических колебаний и др.
- Интенсивность (электромагнитного) излучения. Мощность электромагнитной волны, проходящей через единичную площадь, перпендикулярную направлению распространения. Измеряется в единицах 1 Вт/м^2 .
- Ионизация – отрыв одного (или нескольких) электронов с электронной оболочки – перевод его (их) в свободное состояние. Ионизация происходит в результате сообщения электрону энергии равной, либо большей энергии связи. Ионизация может происходить в результате поглощения электромагнитной волны.
- Источник частиц – устройство, создающее направленный поток частиц. Например электронная пушка в кинескопе телевизора (электронно - лучевого монитора).

К

- Квантовые значения – точно определенные значения, например орбитального момента импульса.



- Кинематика. (греческий κινεῖν — двигаться) в физике — раздел механики, изучающий математическое описание (средствами геометрии, алгебры, математического анализа...) движения идеализированных тел (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость), без рассмотрения причин движения.
- Кинетическая энергия (нерелятивистская) $E = \frac{\vec{p}^2}{2m} = \frac{m\vec{v}^2}{2}$
- Кинетическая энергия (релятивистская) $E_{kin} = \sqrt{m^2c^4 + p^2c^2} - mc^2$.
- Коллиматор (частиц). Устройство, создающее однонаправленный поток частиц. Коллиматор чаще всего представляет собой длинную трубку из поглощающего материала.
- Коммутатор операторов. $[\hat{L}, \hat{M}] = \hat{L}\hat{M} - \hat{M}\hat{L}$
- Константа Планка $h = 6,6261 \cdot 10^{-27} \text{ Эрг} \cdot \text{с}$
- $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05457 \cdot 10^{-27} \text{ Эрг} \cdot \text{с}$
- Координата.
Размерная величина, определяющая положение т. в пространстве. Измеряется в метрах (СИ), сантиметрах (CGS)
- Коэффициент прохождения (отражения) от барьера – доля потока прошедших (отраженных) частиц по сравнению с потоком падающих.
- Кратность (вырождения). Квантовое понятие. Кратность равна числу векторов состояний (волновых функций) являющихся собственными для одного энергетического уровня.

- Кристаллическая решетка. (англ. lattice) Пространственное периодическое расположение атомов или ионов в кристалле. Точки кристаллической решетки, в которых расположены атомы или ионы, называются узлами кристаллической решетки
- Колебания гармонические. Периодический процесс, описываемый тригонометрическими функциями типа $\sin(\omega t)$, $\cos(\omega t)$.
-

Л

- Лагранжиан (функция Лагранжа) - функция, определяемая как разность кинетической и потенциальной энергий. $L(q, \dot{q}, t) = K(\dot{q}) - U(q)$
- Линейное колебание (класс.). Движение частицы по гармоническому закону $x, p \sim \cos(\omega t), \sin(\omega t)$ в потенциальном поле, пропорциональном квадрату координаты ($U(x) \sim x^2$) – гармонический осциллятор. (Квант.) Движение квантовой частицы в потенциальном поле $U(x) \sim x^2$
- Линейный оператор. Линейное отображение векторного пространства на самого себя, обладающее свойством линейности:

$$(\hat{L} + \hat{M})|\psi\rangle = \hat{L}|\psi\rangle + \hat{M}|\psi\rangle$$

$$\hat{L}(\alpha|\psi\rangle) = \alpha(\hat{L}|\psi\rangle)$$

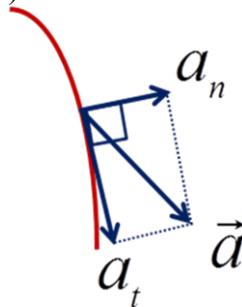
М

- Масса в СТО
 $- m^2 = E^2 / c^4 - \vec{p}^2 / c^2$. В Общей Теории Относительности (ОТО)
 $m^2 = 1/c^2 g_{ik} p^i p^k$
 g_{ik} - метрический тензор. p_i, p_k - компоненты 4-х импульса.
- Масштаб, (характерный масштаб). Единица измерения физической величины в некотором классе явлений. Наиболее часто встречающееся значение некоторой физической величины. Например, масштаб размеров атомов – измеряется в единицах измерения Ангстрем - $1 \text{ \AA} = 10^{-8}$ см. Характерные размеры атомов – несколько Ангстрем.
- Модель. Схематическое, упрощенное описание процесса, механизма, устройства, прибора, явления. Модель учитывает самые главные элементы процесса.
- Модуль вектора Пойнтинга равен энергии, переносимой за единицу времени через единицу площади поверхности, перпендикулярной к направлению распространения электро - магнитной энергии (т. е. к направлению вектора Пойнтинга). В Гауссовой системе единиц вектор Пойнтинга $S = c/4\pi [E \otimes H]$, где $[E \otimes H]$ - векторное произведение напряжённостей электрического E и магнитного H полей, c – скорость света в вакууме
- Масса (инертная) - m
 – скалярная физическая величина (устаревшее понятие - количество вещества (материи), выраженное в единицах измерения массы). В Ньютоновской (классической) механике - коэффициент пропорциональности между силой и ускорением.

- Модуль радиус-вектора (в декартовых координатах) $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$. По-определению: $\vec{r} = (x, y, z)$
- Момент импульса (частицы, тела)
 1. Частицы: физическая величина равная векторному произведению радиус вектора на импульс $\vec{l} = [\vec{r} \cdot \vec{p}]$
 2. Момент импульса тела: $\vec{l} = I\vec{\omega}$, I – момент инерции.
- Момент силы \vec{K} – векторное произведение векторов радиус вектора частицы на импульс частицы: $\vec{K} = [\vec{r} \times \vec{p}]$
- Момент угловой (в квантовой физике) – физический объект – вектор, обладающий физическими свойствами момента импульса. Квантовое число проекция углового момента принимает дискретный набор значений.

Н

- Наблюдаемая. (квант.) Аналог - динамическая переменная, физическая величина - представляется линейным самосопряженным оператором, действующим в комплекснозначном, гильбертовом пространстве чистых состояний квантовой системы.
- Непрерывный спектр – значения физической величины принимающие непрерывный ряд значений в некотором интервале значений (вообще говоря бесконечном) $E_1 \leq E \leq E_2$
- Нормальная компонента вектора. Компонента вектора a_n , направленная по нормали (перпендикулярно) относительно некоторого направления.



- Нормированная волновая функция (нормировка). Условие нормировки, норма волновой функции (дискретный спектр)

$$\text{Нормировка волновой функции} - \int_D |\psi(\vec{r}, t)|^2 d^3 r = 1$$

В случае непрерывного спектра:

$$\int \psi_p(\vec{r}, t) \cdot \psi_{p'}^*(\vec{r}, t) d^3 r = \delta(p - p')$$

- Нарастающие колебания. Колебания с увеличением амплитуды.
- Напряжение (электрическое). Работа в электрическом поле по перемещению единичного заряда.
-

О

- Объем – размерная величина измерения объема пространственных геометрических объектов. Объем параллелепипеда с размерами a, b, c равен

$a * b * c$. Объем измеряется в кубических метрах (СИ) m^3 , кубических сантиметрах (CGS) cm^3 .

- Одновременная измеримость – возможность определения двух физических величин в один момент времени (одновременно)
- Одномерное движение – движение, определяемое единственной координатой и временем. $x = x(t)$. Частный случай – движение осуществляемое вдоль прямой.
- Оператор. Алгоритм действий на объект, стоящий справа от оператора. Оператор - преобразование одной функции (оригинала) в другую – результат

$$\hat{L}f = g. \hat{L} - \text{оператор}$$

- Операторы координаты \hat{r} , импульса \hat{p} .

$$(\text{в координатном представлении } \hat{r} = r, \quad \hat{p} = -i\hbar \cdot \vec{\nabla})$$

- Оператор кинетической энергии. $E_K = \frac{\hat{p}^2}{2m} = -\frac{\hbar^2}{2m} \vec{\nabla}^2 = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta$

- Оператор потенциальной энергии $\hat{U} = U(\vec{r})$

- Оператор момента импульса

$$(\text{В декартовых координатах } \hat{l} = [\hat{r} \cdot \hat{p}])$$

- Оператор орбитального момента = оператор углового момента (квант.) оператор, описывающий движение в угловых переменных. Оператор орбитального момента имеет свойства оператора момента импульса. В квантовых задачах квантовое число оператора орбитального момента принимает дискретный ряд значений.
- Оператор спина (спиновый оператор). Оператор действующий в пространстве спиновых векторов состояний, спиновых функций.

•

- Свойства операторов – сумма операторов, произведение операторов.

$$\text{Сумма операторов } (\hat{L} + \hat{M})\psi = \hat{L}\psi + \hat{M}\psi.$$

$$\text{Произведение операторов } (\hat{L} \cdot \hat{M})\psi = \hat{L}(\hat{M}\psi).$$

- Оператор линейный

$$\hat{L}(\alpha\psi_1 + \beta\psi_2) = \alpha\hat{L}\psi_1 + \beta\hat{L}\psi_2$$

- Оператор сопряженный

$$\langle f | Q | g \rangle = \langle P f | g \rangle, \quad \int f^* Q g dx = \int P^* f^* g dx$$

Оператор P является сопряженным Q .

- Оператор Эрмитов. Оператор совпадающий со своим сопряженным называется

$$\text{Эрмитовым } \hat{L}^+ = L$$

- Операторы повышающий, понижающий. Повышающий оператор - увеличивает значение собственного числа. Понижающий оператор уменьшает значение собственного числа.

- Опыт. Специальным образом организованные действия с использованием приборов и инструментов с целью выяснения некоторого вопроса, измерения определенных физических величин.

- Орбита. Траектория движения физического тела – (в астр. *спутника*) - в силовом, поле притяжения (напр. *гравитационном*) другого, более массивного центрального тела называется орбитой. Таковыми траекториями могут быть

окружность, эллипс, парабола, гипербола. Существуют различные классы орбит *геосинхронная, геостационарная*, и др.

- Ортогональность – равенство скалярного произведения ϕ_n, ϕ_m векторов состояний нулю: $\int_{\Sigma} \phi_n^* \phi_m d^3 r = 0$.
- Ортонормированность векторов состояний : $\int_{\Sigma} \phi_n^* \phi_m d^3 r = \delta_{nm} = \begin{cases} 1, & n = m \\ 0, & n \neq m \end{cases}$
- Осциллятор. Физическая система, совершающая колебания.
- Отражение – изменение направления движения частицы, либо светового потока при взаимодействии с некоторым силовым полем (препятствием). Возможно изменение направления движения на противоположное.
- Отражение упругое. Кинетическая энергия не меняется. Например, отражение от «абсолютно жесткой стенки» - изменение импульса p частицы на $-p$. Модуль импульса сохраняется.
- Отражение неупругое. Кинетическая энергия меняется. После отражения модуль импульса меняется.
-

II

- Период – интервал времени T , через который движение (процесс) повторяется. Все физические величины приобретают те - же самые значения через интервал времени, равный периоду $f(t + T) = f(t)$
- Плотность вероятности - дифференциальное отношение изменения вероятности к изменению случайной величины $\rho(x) = \frac{dw}{dx}$
- Плотность вероятности и волновая функция. Квадрат модуля волновой функции есть плотность вероятности $\rho(\vec{r}, t) = |\psi(\vec{r}, t)|^2$.
- Плотность тока вероятности $\vec{j} = \frac{i\hbar}{2m} (\psi^* \cdot \vec{\nabla} \psi - \psi \cdot \vec{\nabla} \psi^*)$ - поток вероятности, ток вероятности через единичную площадь за единицу времени.
- Площадь – размерная величина измерения площади плоских геометрических объектов. Измеряется в квадратных метрах (СИ) m^2 , квадратных сантиметрах (CGS) cm^2 . Площадь прямоугольника в размерами a, b равна произведению $a*b$.
- Полиномы Лежандра. Ортогональные полиномы, обладающие свойством наименьшего отклонения от нуля в смысле средне квадратичного. Определены на отрезке $[-1, 1]$. Выражение для произвольного полинома:

$$P_n(z) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n}{dz^n} (z^2 - 1)^n$$

Присоединенные полиномы Лежандра:

$$P_n^m(\cos\theta) = \sin^m(\theta) \frac{d^m}{d(\cos\theta)^m} P_n(\cos\theta)$$

- Полное сечение рассеяния. Интеграл от дифференциального сечения по всем углам рассеяния $0 \leq \theta \leq \pi$
- Полный телесный угол - $4\pi = \frac{S = 4\pi R^2}{R^2}$

- Полнота семейства функций φ_n . Разложение произвольной функции $\psi(x)$ по набору собственных функций некоторого оператора при условии малости нормы разности между разлагаемой функцией и разложением в виде ряда.

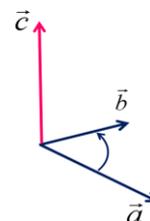
$$\left\| \psi(x) - \sum_n c_n \varphi_n(x) \right\| < \varepsilon. \quad \varepsilon - \text{сколь угодно малое число.}$$

-
- Постановка (задачи, опыта, эксперимента). Задание начальных условий и описание модельных предположений.
- Постулаты Бора
 1. Существуют стационарные орбиты,
 2. Излучение и поглощение происходит при переходе с одного уровня на другой.
 3. Момент импульса целократен константе Планка.

- Потенциальная энергия – работа по перемещению тела в стационарном поле из (бесконечности) в заданную пространственную точку. $U(r) = -\int_{\infty}^r F(\xi) d\xi$

Потенциал - потенциальная энергия, отнесенная к единице создающего (заряда, массы)

- Поток физической величины = значение физической величины, прошедшей через единицу площади в направлении нормали к выделенной площадке за единицу времени. (поток энергии, поток массы, поток импульса,)
- Правовинтовая тройка векторов – тройка векторов $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ называется **правой**, если поворот от вектора \vec{a} , к вектору \vec{b} , видимый из конца третьего вектора \vec{c} , совершается против хода часовой стрелки (рис.).



- Прибор (физический) - инструмент, предназначенный для изучения свойств материальных объектов, процессов и явлений
- Принцип суперпозиции. Линейная комбинация (суперпозиция) волновых функций – решений уравнения Шредингера также является решением уравнения Шредингера.
- Пушка (например электронная). Устройство, создающее поток электронов. Электронная пушка имеется в электронно-лучевых трубках (кинескопах) телевизоров.
-

Р

- Работа силы. Скалярное произведение силы на перемещение $dA = \vec{F} \cdot d\vec{r}$
- Радиус – вектор. Вектор, исходящий из начала координат в точку мгновенного положения частицы.
- Работа и изменение энергии. Изменение энергии системы равно работе внешних сил. $\Delta W = \Delta A$

- Разделение переменных. Представление функции (в частности волновой функции), зависящей от нескольких переменных в форме произведения функций, зависящих от единственной (либо меньшего количества) переменных.

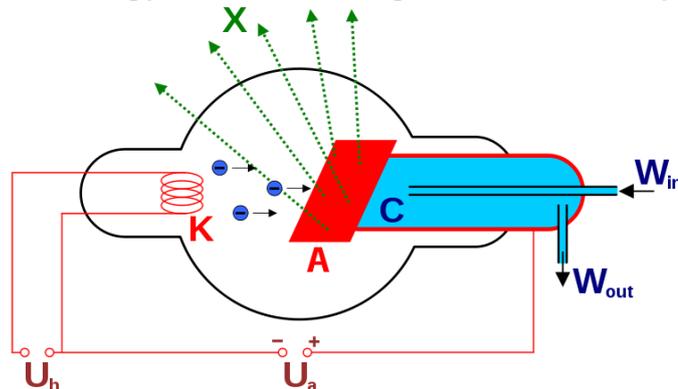
$$F(x, y, z, t) = f_0(x, y, z) \cdot f_1(t) = g(x) \cdot h(y) \cdot q(z) \cdot f_1(t).$$

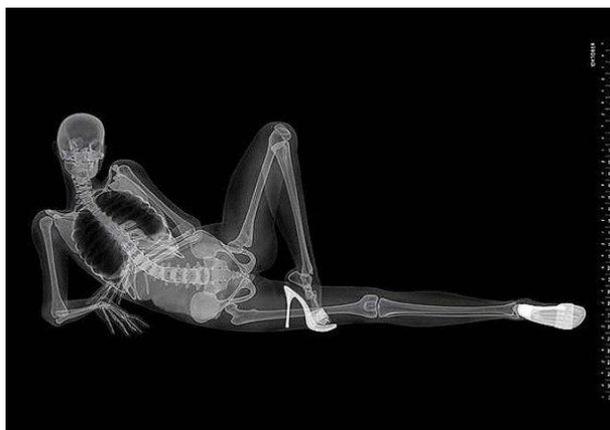
Для волновой функции в центральном поле: $\psi(r, \theta, \varphi) = R(r) \cdot Y(\theta, \varphi)$
- Разложение по набору функций – выражение заданной функции f в виде суперпозиции других известных. $f = \alpha g + \beta h$. α, β - постоянные коэффициенты, g, h - известные функции.
- Разложение по собственным функциям. Представление заданной функции в форме ряда по собственным функциям оператора.

$$\psi(x) = \sum_n c_n \varphi_n(x).$$

φ_n - собственные функции оператора, c_n - коэффициенты разложения.
- Распределение вероятности – зависимость плотности вероятности от значения непрерывной случайной величины $\rho(x)$.
- Рассеяние – отклонение потока частиц = изменение направления распространения потока частиц, либо электромагнитной волны в результате взаимодействия с источником поля.
- Рассеяние частицы (тела). Отклонение от первоначального направления движения = изменение направления движения. Рассеяние происходит в силовом поле (например кулоновском)
- Рассеяние упругое. Рассеяние, при котором сохраняется кинетическая энергия системы.
- Рассеяние неупругое. Кинетическая энергия системы изменяется. Возможно увеличение или уменьшение кинетической энергии.
- Результат (например опыта). Ответ, измеренные значения физических величин полученные после выполнения опыта, либо выполнения последовательности действий.
- Рентгеновское излучение – электромагнитное излучение – э.м. волны с частотой в диапазоне $3 \cdot 10^{16}$ до $6 \cdot 10^{19}$ Гц, длины волн $\lambda = 0,005 \div 10$ нм. Энергии от 100 эВ до 250 кэВ.

Схема рентгеновской трубки – источника рентгеновского излучения:





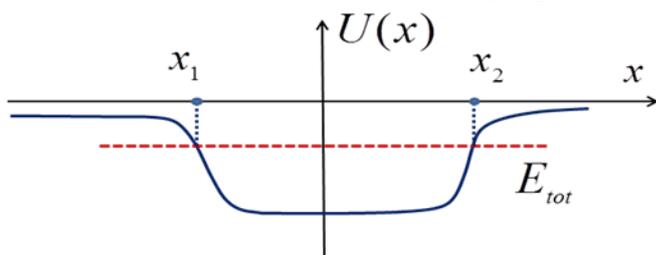
Рентгеновский снимок фотомодели.

•

С

- Связанное состояние

Состояние физической системы с отрицательной полной энергией. В этом случае движение происходит в ограниченной области пространства. В классическом случае существуют точки остановки x_1, x_2 .



- Свойство полноты системы функций ϕ_m - разложение **произвольной** функции ψ в ряд по собственным функциям ϕ_m с малой погрешностью $\tilde{\psi} = \sum_m c_m \phi_m$
 $\|\psi - \tilde{\psi}\| = \|\psi - (\tilde{\psi} = \sum_m c_m \phi_m)\| < \varepsilon, \quad \varepsilon \rightarrow 0;$
- Связь силы с потенциальной энергией: сила равна минус градиенту потенциала
 $\vec{F} = -\vec{\nabla}U(r)$
- Сила - мера интенсивности воздействия на данное тело других тел, а также полей.
- Системы координат – сокращенно с.к. - Способ задания положения точки в пространстве. Семейство чисел – называется координатами точки.
 1. Прямоугольная (Декартова) с.к. Радиус-вектор имеет координаты:
 $\vec{r} = \{x, y, z\},$
 2. Сферическая с.к. $\vec{r} = \{r, \theta, \varphi\},$
 3. Цилиндрическая $\vec{r} = \{r, \varphi, z\}.$
 Др. с.к.
- Скалярное произведение векторов состояний $= \langle \phi_n | \phi_m \rangle = \int_{\Sigma} \phi_n^* \phi_m d^3r = 0$
- Скорость (средняя, мгновенная)
 - 1) $\vec{v}_{aver} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t},$
 - 2) $\vec{v}_{mom} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

- Случайная величина – значение некоторой величины (возможно и физической), принимающее непрерывные, либо дискретные величины при осуществлении испытаний (измерений). Например, скорость частиц в идеальном газе с большим числом частиц.
- Собственные числа (значения) – числа λ в задаче $\hat{L}\psi = \lambda\psi$
- Собственные функции – функции ψ в задаче $\hat{L}\psi = \lambda\psi$
- Спиновый момент – собственный, не связанный с движением во внешнем потенциальном поле момент импульса частицы. Спиновый момент принимает дискретный набор значений, измеряется в единицах постоянной Планка \hbar
- Среднее значение случайной величины - Сумма значений случайной величины x_i умноженных на вероятности их реализаций

$$\langle x \rangle = \sum x_i w_i . \text{ Для непрерывной величины } - \langle x \rangle = \int x \cdot dw = \int x \cdot \rho(x) dx$$

- Среднее наблюдаемой физической величины. Вычисление среднего некоторого оператора в обкладках из волновых функций ψ . Вычисление $\langle L \rangle = \int \psi^* \hat{L} \psi \cdot d^3 r$

- Среднеквадратичное отклонение некоторой величины. Разность между средним квадратом случайной величины и квадратом среднего значения. Например, в квантовой механике среднеквадратичное отклонение координаты:

$$\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 = \int_D x^2 |\psi(x)|^2 dx - \left(\int_D x |\psi(x)|^2 dx \right)^2$$

- Корень квадратный из среднеквадратичного отклонения называется дисперсией - σ .
- Стационарное уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера с потенциалом независимым от времени $U = U(\vec{r})$. $\hat{H}\psi = E\psi$. Решение стационарного уравнения определяет собственные числа оператора Гамильтона – уровни энергии системы.
- Сферические координаты – определение пространственной точки с помощью переменных (координат) r, θ, φ . r - модуль радиуса, θ - полярный угол, φ - азимутальный угол.
- Сцинтилляция (от лат. scintillatio — мерцание), кратковременная ($\sim 10^{-4}$ — 10^{-9} сек) световая вспышка (вспышка люминесценции), возникающая в приборах сцинтилляторах под действием ионизирующих излучений.

Т

- Тонкая структура – мультиплетное расщепление уровней энергии атомных термов (молекул, кристаллов) вследствие, главным образом, спин - орбитального взаимодействия. Тонкое расщепление атомных уровней проявляется в тонкой структуре спектральных линий. Расщепление атомных уровней рассматривается методами теории возмущений.
- Траектория (от средневекового. лат. trajetorius — относящийся к перемещению), линия, которую описывает точка при своем движении. В случае если траектория — прямая линия, то движение называется прямолинейным, в противном случае — траектория криволинейная.

- Тангенциальная компонента вектора. Компонента вектора a_t , направленная вдоль (продольно, по касательной) относительно некоторого направления.
- Ток насыщения. (англ. saturation current) Максимальное значение тока через прибор, которое не меняется при неограниченном повышении напряжения.
- Точка остановки (классическая) – координата, при которой скорость частицы обращается в нуль. $v(x) = 0$

У

- Уравнение движения. Уравнение или система уравнений, задающие закон эволюции механической или динамической системы (например, поля) во времени и пространстве.
- Уравнение движения частицы (II-й закон Ньютона) – изменение импульса

частицы равно действующей силе:
$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}.$$

- Уравнение движения вращательного движения единственной частицы

изменение момента импульса частицы равно моменту силы:
$$\frac{d\vec{M}}{dt} = \vec{K}.$$

- Уравнение Шредингера (для единственной микрочастицы)

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H} \cdot \psi. \quad \hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + U(\vec{r}, t) - \text{Гамильтониан системы.}$$

- Уравнение неразрывности – равенство изменения плотности вероятности и плотности тока вероятности, выражает изменение полной вероятности обнаружения частицы в ограниченном объеме полному току вероятности через замкнутую поверхность выделенного объема.
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{j} = 0, \quad \rho(\vec{r}, t) = |\psi(\vec{r}, t)|^2$$

- Уровень – (квантовый) – точно определенное значение физической величины - энергии, зависящие от набора квантовых чисел.

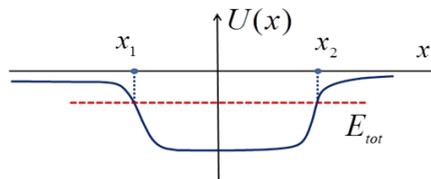
- Условие квантования Бора Зоммерфельда.

Площадь ограниченная фазовой траекторией системы – интеграл от обобщенного импульса по сопряженной обобщенной координате целократно константе Планка $\oint p_i dq_i = nh$

Ф

- Фазовая траектория системы – последовательность изображающих систему точек в пространстве координат импульсов q, p - траектория системы в фазовом пространстве – пространстве координат-импульсов (q, p)

- Финитное движение. (класс.). Движение частицы, ограниченное точками остановки.



Точки остановки x_1, x_2 определяются из условия равенства потенциальной энергии полной $U(x) = E$

- Фурье преобразование в квантовой механике. Интегральная операция, сопоставляющая функции комплексной переменной $f(\vec{r})$ другую функцию комплексной переменной $g(\vec{p})$. Новая функция $g(\vec{p})$ описывает коэффициенты («амплитуды») при разложении исходной функции $f(\vec{r})$ на элементарные составляющие – «гармоники» с разными импульсами.

$$f(\vec{r}) = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} \int e^{i\vec{p}\vec{r}/\hbar} g(\vec{p}) \cdot d^3 p$$

Обратное преобразование выражается следующим образом:

$$g(\vec{p}) = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} \int e^{-i\vec{p}\vec{r}/\hbar} f(\vec{r}) \cdot d^3 r$$

•

Х Ц

- Центр инерции системы – координата системы n частиц, определяемая из

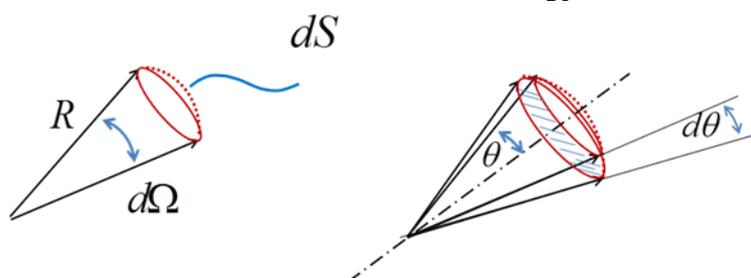
соотношения:
$$\vec{R} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}.$$

Ч

- Частица
– материальный объект, имеющий массу и пренебрежимо малые размеры, по сравнению с характерными масштабами задачи.

Ш Щ Э

- Эксперимент. Опыт в естественных науках (физике, химии, биологии, и др.). При проведении эксперимента применяются экспериментальные установки, приборы, стенды, устройства, аппараты и др.
- Элемент телесного угла. Определение: $d\Omega = \frac{dS}{R^2}$ и



- Энергия (потенциальная, кинетическая)
- Энергия связи. Разность между энергией системы в состоянии, когда составляющие части системы бесконечно удалены друг от друга и находятся в состоянии покоя и полной энергией связанного состояния системы:
Как правило, в связанном состоянии физическая система имеет наименьшую энергию

Математические термины

- Уравнение – математическое выражение – формула устанавливающее соотношение между неизвестной функцией, либо величиной и известной (заданной).
- Уравнение. Приравнивание выражения в левой части соотношения к правой части. Как правило, левая часть – символьное выражение (формула), правая часть – число. Например: $ax^2 + bx + c = 0$ – квадратное уравнение.
- Очевидно (син.) ясно, определено, без сомнений, просто, общепризнано.
- Выражение – математическая формула, которая определяет некоторую зависимость одних величин от других
- Соотношение – зависимость одних параметров (величин) от других параметров (величин)
- Связь – установленное соответствие между величинами.
- Взаимно - однозначное соответствие. Соотношение, выполняемое как в прямом, так и обратном направлении. Из {A} следует {B}, также из {B} следует {A}. {A} и {B} – некоторые логические утверждения.
- Подстановка – замена одной переменной на другую, = замена одного объекта на другой.
- Равносильное преобразование – преобразование не нарушающее равенство, равенство левой и правой частей уравнения.
- Аналогия (по аналогии). = Точно также. Свойство (соотношение) выполняемое подобно некоторому ранее доказанному.
- Доказательство. Подтверждение (вывод) путем логических правил некоторого нового соотношения, результата, принципа.
- Точно. Равенство, выполняющееся с бесконечно малой погрешностью.
- Свойство – некоторый характерный фактор, принадлежащий ряду объектов.
- Дробь. Дробное отношение. Математическая операция (формула) вида a/b .
- Числитель – верхняя часть дроби - a , число подвергающееся делению.
- Знаменатель – нижняя часть дроби - b . Число на которое делят.
- Произведение. Умножение. Математическая операция вида $a \times b$.
- Сомножитель. Числа a и b называются сомножителями.
- Оценка по порядку величины: вычисление результата в виде степени числа **10**
- Оценка – неточный расчет результата некоторой физической задачи – по порядку величины.
- Замена – замещение одного термина (символа, переменной) другим. Замена переменной – назначение одной переменной функцией другой (пример $t = p^2$)
- Подстановка – замена одной переменной (функции одной переменной) другой (функцией другой переменной).
- Значение. Численное выражение переменной, либо функции.
- Вычисление. Получение численного значения аналитического (алгебраического, интегрального, дифференциального) выражения (формулы).

- Возведение в степень. Вычисление многократного перемножения числа. Например: $a^n = a \cdot a \cdot a \dots a$ (n раз).
- Показатель степени. Число n в выражении a^n . Показатель степени может быть дробным, комплексным, иррациональным числом. $n = 2$. Возведение в квадрат, $n = 3$ возведение в куб, $n = 1/2$ корень квадратный, либо просто корень.
- Извлечение квадратного корня числа – вычисление степени числа $a^{1/2}$.
- Извлечение корня кубического - вычисление степени числа $a^{1/3}$.
- Геометрическая прогрессия. последовательность чисел $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ (членов прогрессии), в которой каждое последующее число, начиная со второго, получается из предыдущего умножением его на определенное число q (знаменатель прогрессии), где $b_1 \neq 0, q \neq 0$.

- Сумма конечного числа членов геометрической прогрессии.
$$\sum_{i=1}^N b_i = \frac{b_1(1 - q^N)}{1 - q}$$

- Просто. Простой. (Simple). Элементарное, не требующее выполнения дополнительных действий выражение, утверждение.
- Бесконечно малая. Сколь угодно малая величина. Предел при устремлении величины к нулю.
- Дифференцирование. Вычисление производной.
- Интегрирование. Вычисление первообразной. Интегрирование – операция обратная операции дифференцирования.
- Операция комплексного сопряжения z – получение числа комплексно – сопряженного (сопряженного) z^* с обратной мнимой частью $z = a + ib, z^* = a - ib$
- Умножение чисел a и b (вычисление произведения $a \cdot b$) вычисление числа $c = a \times b$. Пример $a = 6, b = 4, c = a \times b = 6 \times 4 = 20$.

- Вектор – объект имеющий: 1) модуль – длину и 2) направление в пространстве. В декартовой системе координат вектор определяется заданием 3- компонент:

$$\vec{A} = (A_x, A_y, A_z) = A_x \cdot \vec{i} + A_y \cdot \vec{j} + A_z \cdot \vec{k}.$$

$$\text{Модуль вектора: } |A| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} > 0$$

- Радиус-вектор \vec{r} вектор, соединяющий начало координат с указанной точкой пространства.
- Скалярное произведение векторов: вектор \vec{a} скалярно умножается на вектор \vec{b} - результат $(\vec{a} \cdot \vec{b}) = \text{число}$.
- Векторное произведение векторов результат: $\vec{c} = [\vec{a} \cdot \vec{b}] = \text{вектор}$.

\vec{c} перпендикулярен одновременно как вектору $a, \vec{c} \perp \vec{a}$, так и вектору $b \vec{c} \perp \vec{b}$

- Сферическая симметрия: зависимость физических величин только от радиуса, но не от направления в пространстве. Неизменность свойств физической системы после сдвига по сфере. Сила, потенциальная энергия в центральном, сферически- симметричном поле зависят только от расстояния до силового центра.

Например, сферическая симметрия тела означает, что вид тела не изменится, если его вращать в пространстве на произвольные углы (сохраняя центр вращений на месте).

- Перестановка – смена мест индексов (объектов), индекс (объект) A занимает позицию индекса (объекта) B , соответственно B занимает позицию A .

- Циклическая перестановка. Перестановка индексов по замкнутому циклу $i \rightarrow j \rightarrow k \rightarrow i$
- Достаточно: исполнение минимально необходимых условий.
Достаточно называются такие условия, при наличии (выполнении, соблюдении) которых некоторое логическое утверждение A является истинным.
- Фурье преобразование. Преобразование, ставящее в соответствие функции – «оригиналу» f функцию «образ» g по правилу.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{i\omega x} g(\omega) \cdot d\omega, \quad g(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{-i\omega \xi} f(\xi) \cdot d\xi$$

- Операция комплексного сопряжения числа (выражения) - операция изменения знака мнимой части комплексного числа. $z^* = (x + iy)^* = x - iy$.
- Квадрат модуля комплексного числа. $|z|^2 = z^* z = (x - iy) \cdot (x + iy) = x^2 + y^2$
- Вещественное число. Число с нулевой мнимой частью. Вещественное число: $z^* = z, \quad x - iy = x + iy, \quad \Rightarrow y = 0$.
- Скалярное произведение в пространстве функций – интегральная операция вида:

$$\int_D \psi^*(\vec{r}) \cdot \varphi(\vec{r}) d^3 r.$$