



# KAMUS FISIKA

## Mekanika Kuantum

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

100-2  
Direktorat  
dayaan

3

530.1203

MUS

h

TIDAK DIPERDAGANGKAN UNTUK UMUM



PERPUSTAKAAN SEKRETARIAT DITJENBUD	
No. INDUK	1772
TGL. CATAT.	21 FEB 1994

# KAMUS FISIKA

## Mekanika Kuantum

Muslim  
Anggraita Pramudita  
Dad Murniah

Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa  
Departemen Pendidikan dan Kebudayaan  
Jakarta  
1993

**1992/1993**

**KAMUS FISIKA: MEKANIKA KUANTUM**

**Penyunting Seri:**  
Liek Wilardjo

**Pembina Proyek:**  
Hasan Alwi

**Pemimpin Proyek**  
Edwar Djamaris

**Penyusun:**  
Muslim  
Anggraita Pramudita

**Penyunting Pengelola:**  
Dad Murniah

**Pewajah Kulit**  
A. Murad

ISBN 979 459 354 0  
ISBN Seri 979 459 013 4

**Pembantu Teknis**  
Radiyo

**Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa**  
Jalan Daksinapati Barat IV  
Rawamangun  
Jakarta 13220

Hak cipta dilindungi undang-undang.  
Sebagian atau seluruh isi buku ini dilarang diperbanyak  
dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis  
dari penerbit, kecuali dalam hal pengutipan  
untuk keperluan penulisan artikel  
atau karya ilmiah.



**MENTERI  
PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
REPUBLIK INDONESIA**

**SAMBUTAN MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PADA PENERBITAN KAMUS ISTILAH ILMU DASAR**

Menyusun kamus bukanlah hal yang mudah; apalagi kamus yang menghimpun istilah berbagai disiplin dan bidang ilmiah yang baku pengertiannya dalam teori maupun penerapannya dalam praktek. Maka terbitnya Kamus Istilah Ilmu Dasar ini kiranya dapat dimanfaatkan oleh kalangan akademik di perguruan tinggi serta para ilmuwan pada umumnya.

Kamus ini merupakan hasil kerjasama dalam bidang kebahasaan yang sejak tahun 1972 berlangsung antara Indonesia dan Malaysia dengan Majelis Bahasa Indonesia-Malaysia (MABIM) sebagai wahananya. Dengan keikutsertaan Brunei Darussalam sebagai anggota resmi dalam kerjasama ini maka Majelis tersebut berkembang menjadi Majelis Bahasa Brunei Darussalam-Indonesia-Malaysia (MABBIM).

Sejak tahun 1985 MABBIM terutama memusatkan perhatian pada hal-hwal peristilahan yang berkenaan dengan berbagai ilmu dasar. Seiring dengan kegiatan tersebut, Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Departemen Pendidikan dan Kebudayaan telah menyebarkan berbagai hasil persidangan MABBIM, antara lain berupa Daftar Kumulatif Istilah serta sejumlah Kamus Istilah.



Selama kini telah dihasilkan sekitar 140.000 istilah yang berlaku dalam berbagai disiplin ilmu. Kita semua maklum bahwa usaha alih-bahasa mengenai peristilahan bukanlah sekedar usaha penerjemahan, karena sesuatu istilah ilmiah pada hakikatnya adalah konsepsi yang kandungannya ditera dan lingkungnya dibatasi. Maka sesuatu istilah dapat dijabarkan melalui perumusan dengan nuansa yang berlainan, namun arti intinya tidak berbeda.

Kamus ini adalah hasil kerjasama antara para pakar bahasa dan ilmuwan yang menekuni bidang masing-masing; maka peristilahan yang dihimpun dalam Kamus Istilah Ilmu Dasar ini tidak melulu didasarkan atas pertimbangan kebahasaan, melainkan juga memperhatikan matra ilmiah mengenai arti inti yang dikandungnya. Pemanfaatan kamus ini sebagai sumber acuan niscaya dapat membantu ikhtiar untuk menjadikan bahasa kita siap berkembang sebagai medium dalam dunia ilmiah.

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan



Fuad Hassan

**KATA PENGANTAR**  
**KEPALA PUSAT**  
**PEMBINAAN DAN PENGEMBANGAN BAHASA**

Proyek Pembinaan Bahasa dan Sastra Indonesia – Jakarta yang bernaung di bawah Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, sejak tahun 1974 mempunyai tugas pokok melaksanakan kegiatan kebahasaan dan kesastraan yang bertujuan meningkatkan mutu pemakaian bahasa Indonesia yang baik dan benar, menyempurnakan sandi (kode) bahasa Indonesia, mendorong pertumbuhan sastra Indonesia, dan meningkatkan apresiasi sastra Indonesia. Dalam rangka penyediaan sarana kerja dan buku acuan bagi mahasiswa, guru, dosen, tenaga peneliti, tenaga ahli, dan masyarakat umum, naskah hasil penelitian dan penyusunan para ahli diterbitkan dengan biaya proyek ini.

Kamus istilah yang diterbitkan mencakup empat bidang ilmu, yaitu matematika, fisika, kimia, dan biologi. Terbitan ini, Kamus Fisika: Mekanika Kuantum, merupakan salah satu terbitan dari seri keempat bidang ilmu dasar itu yang naskahnya berhasil disusun berkat bantuan tenaga dan pemikiran Dr. Muslim dan Dr. Anggraita Pramudita. Untuk itu, kepada kedua pakar ini saya sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya.

Ucapan terima kasih juga ingin saya sampaikan kepada Dr. Edwar Djamaris (Pemimpin Proyek 1992/1993), Drs. A. Murad (Sekretaris Proyek), Sdr. Suhadi (Bendaharawan Proyek), Sdr. Sartiman, Sdr. Radiyo, dan Sdr. Sunarko (Staf Proyek) yang telah mengelola perbitan buku ini.

Jakarta, Januari 1993

Hasan Alwi

## PRAKATA

Peristilahan dalam bahasa Indonesia untuk berbagai bidang ilmu dan teknologi perlu dikembangkan dan dibakukan terus-menerus seiring dengan perkembangan bahasa Indonesia serta perkembangan ilmu dan teknologi. Karena perkembangan teknologi hanya dapat berlanjut bila ada topangan infrastruktur ilmu yang kokoh, pembakuan istilah untuk aneka cabang ilmu, khususnya ilmu-ilmu dasar, perlu didahulukan.

Dalam rangka usaha menghadirkan seri kamus istilah ilmu dasar, kamus Mekanika Kuantum ini disusun. Di bidang fisika, kamus ini merupakan yang kedelapan dalam seri yang sedang dan akan terus digarap. Mudah-mudahan kamus ini masih memadai untuk keperluan pendidikan di peringkat S-1.

Pemakai yang sudah biasa menggunakan berbagai kamus istilah terbitan Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa tidak akan mengalami kesulitan dalam menggunakan Kamus Mekanika Kuantum ini karena kamus ini disusun dengan cara yang lazim.

Kami mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu penggarapan kamus ini, khususnya kepada Drs. Lukman Ali, Kepala Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa dan Dr. Edwar Djamaris, Pemimpin Proyek Pembinaan Bahasa dan Sastra Sastra Indonesia beserta staf yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk menyusun Kamus Mekanika Kuantum serta menyediakan dana sesuai dengan anggaran yang berlaku. Tanpa harus berpanjang kata, jelaslah bahwa tanggung jawab akhir atas rancangan umum naskah kamus ini serta cacat dan kekurangannya ada pada para penyusun dan penyunting seri.

Jakarta, 20 Januari 1992

Penyunting Seri

## A

-ada

### keadaan antisetangkup

1 keadaan kuantum  $\psi_A$  untuk gerak zarah ekamatra berkoordinat  $x$  yang mengalami perubahan tanda apabila argumennya  $x$  diganti dengan  $-x$ ; jadi berlaku  $\psi_A(-x) = -\psi_A(x)$ ; 2 untuk sistem banyak ( $N$ ) zarah identik, keadaan kuantum yang berubah tandanya apabila sepasang zarah yang ikut menyusun sistem  $N$  zarah tersebut dipertukarkan, jadi berlaku  $\psi_A(1, 2, \dots, i, \dots, j, \dots, N) = -\psi_A(1, 2, \dots, j, \dots, i, \dots, N)$

lihat: **zarah identik**

(*antisymmetrical state*)

### keadaan bertenaga malar

keadaan pegun dengan tenaga  $E$  yang terdapat dalam spektrum nilai yang malar (kontinu), misalnya keadaan zarah bebas. Untuk sistem yang bergerak dalam potensial yang lenyap di ananta, spektrum  $E$  akan menjadi malar untuk nilai yang positif, dan keadaannya menjadi tak terikat

lihat: **keadaan tak terikat**

(*continuous energy states*)

### keadaan dasar

keadaan pegun dengan aras tenaga terendah; keadaan ini tak pernah merosot

(*ground state*)

### keadaan dasar atom hidrogen

keadaan atom hidrogen (atom bak-hidrogen dengan  $Z = 1$ ) dengan aras tenaga terendah sebesar  $E_1 = -13,6$  eV. Keadaan dasar ini merupakan satu-satunya keadaan yang tak merosot dan memiliki bilangan kuantum  $n = 1$ ,  $\ell = 0$  dan  $m = 0$ . Fungsi gelombang yang menampilkannya bersifat isotrop dan berbentuk  $\psi(r) = \psi(r) = (4\pi a_0^3)^{-1/2} 2 \exp(-r/a_0)$ ;  $a_0$  adalah ruji Bohr  $= 4\pi\epsilon_0 \hbar^2 / (m_e c^2)$

lihat: **aras tenaga hidrogenik**

(*ground state of hydrogen atom*)

### keadaan dinamis

keadaan kuantum gayut waktu dengan penyajian vektor ket  $|\psi(t)\rangle$  yang memenuhi persamaan Schrodinger  $\hat{H}|\psi(t)\rangle = i\hbar (d/dt) |\psi(t)\rangle$ ; merupakan operator Hamilton sistem

lihat: **vektor ket**

(*dynamical state*)

### keadaan gasal

keadaan yang ditampilkan oleh fungsi yang mengalami perubahan tanda apabila semua vektor letak zarah yang menyusun sistem itu dibalik arahnya, misalnya untuk sistem 1 zarah dipenuhi  $\psi(-r) = -\psi(r)$

lihat: **fungsi keadaan**

(*odd state*)

### keadaan genap

keadaan yang ditampilkan oleh fungsi yang tak berubah apabila semua vektor letak zarah yang menyusun sistem itu dibalik arahnya, misalnya untuk sistem 1 zarah dipenuhi  $\psi(-r) = \psi(r)$

lihat: **fungsi keadaan**

(*even state*)

### keadaan setempatan

keadaan untuk sistem yang terbatas letaknya di dalam suatu daerah ekstensi kecil  $D$  di ruang letak dengan kementakan (probabilitas) yang sangat kecil untuk menemukan sistem itu di luar  $D$

(*localized state*)

### keadaan ket

keadaan kuantum yang disajikan sebagai suatu ket berlambang yang membentuk suatu ruang vektor Hilbert yaitu ruang vektor

linear yang kompleks, berdarab (berhasilkali) skalar dan lengkap  
(*ket state*)

#### keadaan kuantum

bangun konsepsional yang mengandung informasi lengkap yang mungkin dimiliki suatu sistem; dari bangun konsepsional ini dapat ditentukan nilai berbagai cerapan sistem beserta ketakpastiannya dengan menggunakan rumus nilai harapan dan ketakpastian dalam mekanika kuantum. Penampilannya berupa vektor ket  $|\psi\rangle$  yang membentuk ruang Hilbert, atau berupa fungsi gelombang  $\psi(r,t)$  untuk sistem zarah tunggal  
(*quantum state*)

#### keadaan lemah ikat

untuk ion  $H_2$  (atau molekul dwiatom pada umumnya), keadaan dengan tenaga ikat rendah pada jarak pisah antar inti H yang cukup jauh serta fungsi gelombang elektronik  $\psi(r_{12})$  yang lenyap pada bidang di tengah-tengah kedua inti atom H yang mempunyai spin sejajar (keadaan spin kembar-tiga); bagian ruang fungsi gelombang keadaan ini sebanding lurus dengan selisih orbital elektron terhadap masing-masing inti H  
(*antibinding state*)

#### keadaan metamantap

keadaan kuantum teralan yang umurnya luar biasa panjang sebelum beralih secara serta-merta ke keadaan dasar  
lihat: **keadaan teralan; umur**  
(*metastable state*)

#### keadaan, orto-

untuk sistem dua zarah identik berspin  $1/2$  (misalnya dua inti atom hidrogen dalam molekul  $H_2$  atau kedua elektron dalam atom He), keadaan dengan spin itu sejajar sehingga kedua spin berpadu membentuk spin kembar-tiga (spin 1); keadaan ruangnya bersifat antisetangkup sehingga, sumbangan potensial menolak (repulsif) nya kecil, yang mengakibatkan tenaga orto- keadaan itu lebih rendah daripada tenaga para- keadaan  
lihat: **keadaan antisetangkup; keadaan para**  
(*ortho-state*)



**keadaan, para-**

untuk sistem dua zarah identik berspin 1/2 (misalnya dua inti atom hidrogen dalam molekul  $H_2$ ), keadaan dengan spin lawan sejajar, sehingga kedua spin itu berpadu membentuk spin tunggal (spin 0); keadaan ruangnya bersifat setangkup

lihat: **keadaan setangkup**

(*para state*)

**keadaan pegun**

keadaan kuantum  $|\psi_E\rangle$  bertenaga pasti  $E$  sehingga merupakan eigenkeadaan operator Hamiltonan  $\hat{H}$  sistem yang bersangkutan, jadi;  $\hat{H}|\psi_E\rangle = E|\psi_E\rangle$  gayut waktunya terpisah dalam faktor selaras (harmonis)  $\exp(-iEt/\hbar)$  sehingga rapat kementakan pada keadaan ini bersifat konstan (bebas waktu)

lihat: **keadaan kuantum**

(*stationary state*)

**keadaan pegun semu**

keadaan dengan ketakpastian tenaga  $\varepsilon$  yang jauh lebih kecil daripada nilai harapan tenaganya  $E_0$ :  $\varepsilon/E_0 \ll 1$ ; gayut waktunya terpisah dalam faktor selaras teredam  $\exp(-\varepsilon t/\hbar)\exp(-iE_0 t/\hbar)$  yang mereras secara eksponensial dengan umur rerata  $\hbar/\varepsilon$  yang sangat panjang

(*quasi stationary state*)

**keadaan menengah**

keadaan yang dilewati pada waktu terjadi alihan tingkat tinggi dari keadaan awal ke keadaan akhir

(*intermediate state*)

**keadaan sederap**

untuk sistem banyak zarah identik, keadaan-keadaan kuantum di ruang Fock yang merupakan eigenkeadaan operator pemusnah  $a$ ; untuk pengayun selaras linear merupakan eigenkeadaan operator eskalator turun  $a$  untuk tenaga yang mempunyai darab (hasilkali) ketakpastian pengukuran koordinat dan pusa (momentum) minimum sebesar  $\hbar/2$ ,

(*coherent states*)

**keadaan setangkup**

1. keadaan kuantum  $\psi_A$  untuk gerak zarah ekamatra berkoordinat  $x$  yang tak mengalami perubahan apabila argumennya  $x$  diganti dengan

$-x$ ; jadi berlaku  $\psi_A(-x) = \psi_A(x)$ ; 2. untuk sistem banyak ( $N$ ) zarah identik, keadaan kuantum yang tak berubah apabila sepasang zarah yang ikut menyusun sistem  $N$  zarah tersebut dipertukarkan, jadi berlaku  $\psi_A(1,2,\dots,i,\dots,j,\dots,N) = \psi_A(1,2,\dots,j,\dots,i,\dots,N)$   
(*symmetrical state*)

### keadaan takpegun

keadaan dengan tenaga takterukur pasti, artinya nilai harapannya,  $E$ , mempunyai ketakpastian  $\Delta E$ ; jadi keadaan ini bukan eigenkeadaan operator Hamiltonan sistem; rapat kementakan sistem itu mempunyai atribut tertentu (misalnya letak tertentu) yang berubah dengan waktu  
lihat: **keadaan kuantum**  
(*nonstationary state*)

### keadaan takterikat

keadaan pegun dengan rapat kementakan (probabilitas) tidak nol untuk menemukan penyusun sistem itu di ananta jauh, sehingga dapat ditafsirkan bahwa penyusun sistem itu bebas/takterikat untuk berada di mana pun; untuk potensial yang juga lenyap di ananta jauh, aras tenaga  $E$  keadaan tak-terikat ini positif dan mempunyai spektrum malar  
lihat: **keadaan pegun**  
(*unbound state*)

### keadaan teralan

keadaan pegun dengan aras tenaga  $E^*$  yang lebih tinggi tenaga dasar  $E_0$ ; biasanya keadaan teralan merosot (mengalami degenerasi)  
lihat: **keadaan pegun; keadaan dasar**  
(*excited state*)

### keadaan teralihanjak

keadaan kuantum sesudah terjadi alihanjak; untuk alihanjak sejauh  $a$ , fungsi gelombangnya (untuk suatu zarah) akan berubah menjadi  $\psi(r+a) = \exp(a \cdot \nabla) \psi = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} (a \cdot \nabla)^n \psi$ .  
lihat: **alihanjak**  
(*translated state*)

### keadaan tercampur

keadaan rakitan kuantum yang tak dapat disajikan dengan satu fungsi gelombang (karena informasi mengenainya belum lengkap), tetapi

memerlukan  $k$  fungsi gelombang  $\{\psi_k\}_{k=1,\dots,k}$ , masing-masing dengan bobot  $P_k$ ,

*(mixed state)*

### keadaan terikat

keadaan yang melukiskan zarah terikat di sekitar posisi tertentu, sehingga jauh dari posisi tersebut fungsi gelombangnya (sangat) kecil atau nol

*(bound state)*

### keadaan terizin

keadaan yang dapat dihuni elektron

*(allowed state)*

### keadaan zarah bebas

keadaan-kuantum zarah yang tak dipengaruhi oleh potensial sama sekali sehingga seluruh tenaganya bersifat kinetik; apabila pusa (momentum) nya bersifat pasti, fungsi gelombangnya merupakan superposisi gelombang-gelombang datar dengan pusa  $p = \hbar k$ , tenaga  $E = 1/2 p^2/m$  dan fungsi gelombang  $\psi_k(r) = N \exp(ik \cdot r)$  (untuk gerak 3 dimensi) atau  $\psi_k(x) = N \exp(ikx)$  (untuk gerak 1 dimensi ke arah sumbu- $x$ );  $N$  adalah tetapan penormalan; untuk penormalan delta Dirac K-matra (dimensi),  $N = (2\pi)^{-k/2}$

*(free particle state)*

### keadaan zarah tunggal

keadaan yang secara individual mewakili suatu zarah sebagai penyusun sistem banyak zarah ( $N$ ), sehingga keadaan sistem zarah tersebut dapat dinyatakan sebagai agihan (distribusi) zarah-zarah penyusun itu meliputi keadaan tunggalnya yang diizinkan; lambang fungsi gelombangnya ialah  $\psi(r_i)$ ; di sini label  $i$  menunjukkan nomor zarah tunggal yang ditinjau ( $i = 1, 2, \dots, N$ );  $r_i$  mewakili koordinat eksternal maupun internal (misalnya spin) zarah nomor  $i$  tersebut

lihat: **fungsi gelombang**

*(single particle state)*

### -agihan

#### agihan Boltzmann

suatu fungsi  $\int_B$  yang memberikan kementakan (probabilitas) bagi suatu molekul gas yang seimbang termal pada suhu mutlak  $T$

untuk memiliki koordinat letak  $q$  dan momentum  $p$  yang rampat dalam jangkauan nilai ananta-kecil (infinitesimal) tertentu (atau tenaga  $E$  dalam jangkauan nilai ananta-kecil yang sepadan) dengan mengadaikan bahwa molekul itu menaati mekanika klasik:

$$\int_B = Z^{-1} g_E \exp[-E(q,p) / k_B T] \text{ dengan } k_B$$

$k_B$  adalah tetapan Boltzmann dan  $Z$  disebut fungsi tipak (partisi) yang merupakan tetapan permormalan yang besarnya

$$= \sum \epsilon \{ g_E \exp(-E / k_B T) \} \text{ sedang } g_E \text{ adalah bobot statistik untuk aras tenaga } E$$

(*Boltzmann distribution*)

### agihan Bose-Einstein

untuk suatu kelompok boson yang saling bebas pada suhu  $T$  yang mentaati statistik Bose-Einstein, misalnya saja foton atau atom  $^4\text{He}$ , fungsi agihan yang memberikan cacah zarah  $n_i$  pada tiap arah tenaga  $e_i$  terizin yang tak dibatasi nilai maksimumnya :  $n_i = g_i [\exp(\alpha + e_i / k_B T) - 1]^{-1}$ ; di sini  $k_B$  dan  $g_i$  berturut-turut adalah tetapan Boltzmann dan bobot statistik aras  $e_i$  sedangkan  $\alpha$  adalah salah satu tetapan termodinamik sistim boson itu

lihat: **boson**

(*Bose-Einstein distribution*)

### agihan Maxwell-Boltzmann

$\int$  fungsi yang sebanding dengan, atau memberikan, kementakan bahwa molekul gas dalam keseimbangan termal untuk peubah-peubah tertentu (misalnya kelanjutannya,  $v$ ) akan mempunyai nilai dalam jangka-ananta kecil yang ditentukan (misalnya antara  $v$  dan  $v + dv$ ), bila diandaikan bahwa molekul gas itu mengikuti mekanika klasik;  $\int$  agihan kecepatan molekul gas dalam keseimbangan termal yang diperoleh dari perhitungan berdasarkan teori kinetik

(*Maxwell-Boltzmann distribution*)

### aksi

1 besaran dalam mekanika (khususnya yang bersangkutan dengan asas Aksi Tersedikit Hamilton) yang secara umum didefinisikan sebagai

$$A = \int_{t_1}^{t_2} \sum_i p_i q_i dt$$

di sini peubah  $p_i$  dan  $q_i$  yang diintegrasikan ke waktu antara saat  $t_1$  dan saat  $t_2$  itu berturut-turut adalah pusa rampat; fluksi  $q_i$  yang ditulis  $q_i$  ke waktu,  $dq/dt$ ; matra (dimensi) aksi adalah matra tenaga kali matra waktu, dengan satuan Js (joule-sekon);  $\underline{q}$  kakas (forsa)

lihat: aksi = reaksi  
(*action*)

**aksi = reaksi**

hukum Newton ketiga mengenai kelembaman (inersia), yang menyatakan bahwa pada interaksi antara dua entitas, kakas (forsa) yang dikerjakan pada entitas yang satu oleh entitas yang lain sama besar dan berlawanan arah dengan kakas yang dikerjakan pada entitas yang kedua ini oleh entitas yang pertama; salah satu kakas itu disebut aksi, dan kakas yang satunya lagi disebut reaksi

(*action = reaction*)

**-alih**

**peralihan adiabatik**

peralihan yang memenuhi hampiran adiabatik

lihat: **hampiran adiabatik**

(*adiabatic transition*)

**peralihan elektron**

perubahan keadaan-kuantum elektron dari suatu keadaan lain, yang disertai pancaran atau serapan tenaga elektromagnet

lihat: **keadaan kuantum**

(*electron transition*)

**alihan**

proses perpindahan aras tenaga atau keadaan kuantum sistem yang memenuhi hukum dinamika kuantum; terjadi karena terjalannya interaksi yang menimbulkan gangguan; pada proses alihan, tenaga sistem dapat naik (serapan) atau turun (pancaran)

lihat: **keadaan kuantum**

(*transition*)

**alihan dwikutub (elektrik/magnetik)**

proses alihan keadaan/aras tenaga sistem yang terjadi karena interaksi momen dwikutub (elektrik/magnetik) distribusi muatan/ arus elektrik sistem kuantum dengan medan radiasi elektromagnet

(yang dibangkitkannya secara spontan ataupun yang berasal dari luar)

(*electric/magnetic dipole transition*)

### **alihanjak**

perpindahan sistem bila koordinat letaknya,  $r$ , berubah menjadi  $r + a$ , dengan  $a$  yang merupakan parameter vektor tetap

(*translation*)

### **alihanjak ananta-kecil**

alihanjak yang parameter  $a$ -nya merupakan vektor ananta-kecil, sehingga dituliskan sebagai  $\delta a$ ; pada alihanjak ini fungsi gelombang suatu zarah akan berubah dari  $\psi(r)$  menjadi  $\psi(r + \delta a) = \psi(r) + \delta a \cdot \nabla \psi$ ;

lihat: **alihanjak**

(*infinitesimal translation*)

### **alihanjak anta**

alihanjak yang parameter  $a$ -nya merupakan vektor anta/berhingga (*finite*); sehingga fungsi gelombang suatu zarah akan berubah dari  $\psi(r)$  menjadi  $\psi(r+a) = \exp(a \cdot \nabla) \psi$ .

lihat : **alihanjak**

(*finite translation*)

### **alihan (tak-) menyinar**

proses perubahan aras tenaga sistem kuantum dari nilai  $E_i$  ke nilai  $E_f$  dengan (tanpa) melibatkan sinaran elektromagnet; pada alihan menyinar kelebihan (kekurangan) tenaga sebesar  $\Delta E = \pm (E_i - E_f)$  dipancarkan sebagai (diserap dari) foton dengan frekuensi  $\nu = \Delta E/h$ ; di sini  $h$  adalah tetapan Planck, sedang untuk alihan takmenyinar kelebihan (kekurangan) tenaga dijadikan (diperoleh dari) tenaga benturan, tenaga termal, tenaga pengionan atau tenaga disosiasi; lihat: **foton**

(*(non) radiative transition*)

### **alihan terizin**

alihan antara dua keadaan sistem kuantum mekanis yang diizinkan oleh kaidah-kaidah seleksi kuantum, sehingga mempunyai kementakan (probabilitas) tinggi; juga disebut **kaidah seleksi**

(*allowed transition*)



**alihan terlarang**

alihan antara dua keadaan sistem kuantum mekanis yang mempunyai kementakan (probabilitas) yang jauh lebih rendah daripada kementakan untuk alihan terizin karena tak terpenuhinya kaidah seleksi pada interaksi orde yang dominan

lihat: **alihan terizin; kaidah seleksi**

*(forbidden transition)*

**alihan terlarang keras**

alihan antara dua keadaan sistem kuantum mekanis yang kementakan (probabilitas) nya nol karena melanggar semua kaidah seleksi

lihat: **kaidah seleksi**

*(strictly forbidden transition)*

**alihragam identitas**

alihragam/pemetaan yang membawa suatu keadaan kuantum ke dirinya sendiri sehingga tak menimbulkan perubahan sedikit pun; dilambangkan oleh operator  $\hat{I}$ ; jadi  $\hat{I}\psi = \psi$  untuk sebarang keadaan kuantum  $\psi$

lihat: **keadaan kuantum**

*(identity transformation)*

**alihragam fase**

alihragam  $\hat{U}$  yang menggeser fase suatu fungsi gelombang sebesar  $\phi$ :  $\hat{U}\psi = \exp(i\phi)\psi$ ; alihragam ini tak mengubah norm atau modulus  $\|\psi\|$  fungsi gelombang itu ataupun perkalian skalar  $\langle \psi | \phi \rangle$  nya dengan fungsi gelombang lain

*(phase transformation)*

**alihragam kanonis**

alihragam yang mengubah suatu sistem koordianat peubah kanonis menjadi sistem koordinat peubah kanonis yang lain, sehingga masing-masing sistem koordinat itu tetap memenuhi persamaan gerak kanonis dan asas Hamilton; dalam mekanika kuantum merupakan kandaran (operasi) uniter

*(canonical transformation)*

**alihragam radioaktif**

*(radioactive transformation)*

lihat: **pererasan radioaktif**

### aljabar bra-ket

suatu perangkat kaidah, aksioma dan manipulasi objek-objek ket  $|\psi\rangle$  dan bra  $\langle\phi|$  yang masing-masing membentuk suatu ruang vektor dengan unsur-unsur yang saling berpasangan; perangkat tersebut meliputi kombinasi linear  $a|\psi\rangle + b|\phi\rangle$  antara objek, perkalian skalar  $\langle\phi|\psi\rangle$  dan transformasi linear  $\hat{L}$  antar objek  $|\psi\rangle = \hat{L}|\phi\rangle$  kesamaan dan ketaksamaan bentuk-bentuk tertentu dan kaidah/ manipulasi aljabar lain

lihat: **vektor bra/ket**

(*bra-ket algebra*)

### aljabar Dirac

suatu perangkat kaidah, aksioma dan manipulasi objek-objek matriks jenis  $4 \times 4$  dengan basis: matriks identitas  $I$ , 4 buah matriks Dirac  $\gamma^\mu (\mu=0,1,2,3)$  yang memenuhi kaidah antikomutasi  $\gamma^\mu \gamma^\nu + \gamma^\nu \gamma^\mu \equiv \{\gamma^\mu, \gamma^\nu\} = \gamma^{\mu\nu} I$  dengan  $g^{\mu\nu} = 0$  untuk  $\mu \neq \nu$  dan  $g^{00} = -g^{11} = -g^{22} = -g^{33} = 1$ , matriks  $\gamma^5 = i\gamma^0\gamma^1\gamma^2\gamma^3$ , 4 matriks  $\Upsilon^\mu = \gamma^5\gamma^\mu$ , 6 matriks  $\sigma^{\mu\nu} = 1/2i(\gamma^\mu\gamma^\nu - \gamma^\nu\gamma^\mu)$  matriks-matriks Dirac ini merupakan basis wakil transformasi linear di ruang spinor-4 berdimensi 4 yang merupakan ruang wakil zarah nisbian (relativistik) berspin  $1/2$ , misalnya elektron

lihat: **spin dan spion-4**

(*Dirac algebra*)

### aljabar Heisenberg

aljabar Lie yang melibatkan operator koordinat  $\hat{X}_i$  dan momentum  $\hat{P}_j (i,j=1,2,3)$  berkomutator  $[\hat{X}_i, \hat{P}_j] = i\hbar\delta_{ij}$  dengan lambang delta Kronecker  $\delta_{ij}$  (yang bernilai 0 untuk  $i \neq j$  dan bernilai 1 untuk  $i = j$ )

lihat: **aljabar Lie; pembalikurut**

(*Heisenberg algebra*)

### aljabar Lie

suatu perangkat kaidah, aksioma dan manipulasi objek-objek pengandar linear  $\{\hat{L}, \hat{M}, \hat{N}, \dots\}$  atau matriks wakilannya yang merupakan generator transformasi infinitesimal dengan sejumlah parameter malar dan komutator  $[\hat{L}, \hat{M}]$  yang bersifat antisetangkep ( $[\hat{L}, \hat{M}] = -[\hat{M}, \hat{L}]$ ), linear  $[a\hat{L}_1 + b\hat{L}_2, \hat{M}] = a[\hat{L}_1, \hat{M}] + b[\hat{L}_2, \hat{M}]$  dan taat pada kesamaan Jacobi  $[[\hat{L}, \hat{M}], \hat{N}] + [[\hat{M}, \hat{N}], \hat{L}] + [[\hat{N}, \hat{L}], \hat{M}] = 0$

(*Lie algebra*)

### aljabar Pauli

Suatu perangkat kaidah, aksioma dan manipulasi objek-objek matriks Pauli  $\sigma_r$  ( $r = 1, 2, 3$ ) dan matriks identitas  $I$  jenis  $2 \times 2$  yang memenuhi kaidah antikomutasi  $\sigma_r \sigma_s + \sigma_s \sigma_r = 2i \sum_{t=1}^3 \epsilon_{rst} \sigma_t$  di sini  $\epsilon_{rst}$  adalah lambang epsilon Kronecker yang bernilai  $+1$  ( $-1$ ) apabila  $rst$  merupakan permutasi genap (gasal) dari  $123$  dan lenyap untuk pilihan  $rst$  lainnya ketiga matriks Pauli bersama dengan matriks identitas  $I$  merupakan basis wakilan transformasi linear di ruang spinor-2 berdimensi 2 yang merupakan ruang wakilan zarah takrelativistik berspin  $1/2$ .  
(*Pauli algebra*)

### amatan berbalikurut

dua amatan atau lebih yang hasil perkalian operatornya tak bergantung pada urutan operator tersebut dikalikan, jadi dua cerapan berbalikurut  $\hat{A}$  dan  $\hat{B}$  memenuhi  $\hat{A}\hat{B} = \hat{B}\hat{A}$   
(*commuting observables*)

### amplitudo alihan

dalam proses alihan dari keadaan awal  $\psi_i$  ke keadaan akhir  $\psi_f$  besaran  $A_{i \rightarrow f}$  yang modulus kuadratnya menentukan peluang per satu waktu terjadinya proses alihan tersebut  $|A_{i \rightarrow f}|^2 = dp_{if}/dt$  apabila proses alihan terjadi karena terjalannya Hamiltonan interaksi  $H'$ , maka  $A_{i \rightarrow f} \propto \langle \psi_f | H' | \psi_i \rangle$   
(*transition amplitude*)

### amplitudo Borm

fungsi  $f(k', k)$  yang modulus kuadratnya memberikan tampang lintang diferensial hamburan zarah berpusa (momentum)  $kh$  menjadi berpusa  $k'h$  akibat terpengaruh oleh potensial interaksi  $V(r): d\sigma/d\Omega = |f(k', k)|^2$  apabila  $\psi_k^{(+)}$  adalah penyelesaian persamaan Schrodinger bebas-waktu untuk keadaan hamburan yang asimtotik ke keadaan zarah bebas  $|k| >$  untuk  $r \rightarrow \infty$ , maka  $f(k', k) = - (4\pi^2 \mu / h^2) \langle k' | \psi_k^{(+)} \rangle$  di sini  $\mu$  adalah massa tereduksi zarah; apabila  $\psi_k^{(+)}$  dihipotesiskan dengan  $|k| >$ , diperoleh amplitudo Borm pertama  
(*Born amplitude*)

### amplitudo gelombang panggu

faktor  $f(k; l; m)$  yang muncul pada komponen harmonik sferis mendampingi faktor radial  $\frac{1}{r} \exp(ikr)$  pada ekspansi fungsi gelombang

Schrodinger  $\psi(r, \theta, \phi)$ , ke dalam deret harmonik bola untuk bentuk asimtot ( $r \rightarrow \infty$ ), dalam basis gelombang pangu  $|k; l, m\rangle$  yang merupakan eigenket serempak operator tenaga gerak  $\hat{K} = 1/2 \hat{p}^2/m$  (dengan eigenilai  $1/2 \hbar^2 k^2/m$ ) kuadrat pusa (momentum) sudut edaran  $\hat{L}_2$  (dengan eigenilai  $1(1+1)\hbar^2$  dan komponen kutub pusa sudut  $\hat{L}_z$  (dengan eigenilai  $m\hbar$ ); dalam wakilan koordinat sferis, basis ini ditampilkan oleh fungsi gelombang zarah bebas  $\langle r, \theta, \phi | k, l, m \rangle = j_l(kr) Y_l^m(\theta, \phi)$  dengan  $j_l(kr)$  dan  $Y_l^m(\theta, \phi)$  berturut-turut adalah fungsi Bessel bola tingkat  $l$  dan fungsi harmonis bola jenis  $(lm)$ ; maka  $\psi(r \rightarrow \infty, \theta, \phi) \rightarrow C \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-1}^1 Y_l^m(\theta, \phi) \{A_{lm} r^{-1} \exp(-ikr) + f(k; l, m) r^{-1} \exp(ikr)\}$   
(*partial wave amplitude*)

### amplitudo hamburan

(*scattering amplitude*)

lihat: **amplitudo Born**

### Amplitudo hamburan Coulomb

1 fungsi sudut hamburan  $\theta$  yang kuadrat modulusnya  $|f_c(\theta)|^2$  memberikanampang lintang diferensial  $\sigma(\theta)$  hamburan Coulomb zarah bermuatan elektrik  $Z_1 e$  oleh zarah bermuatan  $Z_2 e$  dengan potensial interaksi  $= Z_1 Z_2 e^2 / (4\pi \epsilon_0 r)$ ;  $\sigma(\theta) = \mathcal{V}(\theta)_2$ ; 2 faktor  $f_c(\theta)$  yang muncul pada bentuk asimtot gelombang Coulomb  $\psi_c(r \rightarrow \infty) \rightarrow \exp(ikz) + f_c(\theta) r^{-1} \exp(ikr)$  yang merupakan eigenkeadaan hamburan gelombang datar  $\exp(ikz)$  pada energi  $E = 1/2 k^2 \hbar^2 / m$  oleh interaksi Coulomb dengan potensial  $V_c$

(*coulomb scattering amplitude*)

### amplitudo kementakan

lihat: **tafsiran Born**

(*probability Amplitude*)

### amplitudo kolerasi

perkalian skalar eigenkeadaan pada saat awal  $t_0$  dengan eigenkeadaan pada saat sebarang  $t$ , yaitu bentuk  $f_k(t_0, t_1) = \langle \psi(t_0) | \psi(t) \rangle$  yang kuadratnya memberikan ukuran kuantitatif keserupaan energetik antara kedua eigenkeadaan tersebut; apabila keduanya merupakan eigenket tenaga dengan eigenilai  $E$ , maka  $f_k(t_0, t_1) = \exp\{-iE(t_1 - t_0)/\hbar\}$

(*correlation amplitude*)



### amplitudo langsung (a.l.)

pada hamburan elektron (dengan fungsi gelombang-masuk  $\exp(ikn.r_1)$  dan  $n$  adalah vektor satuan pada arah pusa (momentum) elektron) oleh atom hidrogen yang elektronnya terikat pada inti di pusat koordinat dengan fungsi gelombang  $\psi_H(r^2)$  dan beraras tenaga  $E_2$ , a.l. ini merupakan faktor  $f_D(n^1; n)$  ( $n^1$  adalah vektor satuan ke arah elektron terhambur berkoordinat  $r_1$  dengan pusa  $\hbar k^1 n^1$ ) yang muncul dalam penguraian fungsi gelombang hamburan belum disetangkupkan di daerah asimtot  $r_1 \rightarrow \infty$  menjadi  $\psi^*(r_1, r_2) \rightarrow C[\exp(ikn.r_1)\psi_H(r_2) + f_D(n^1, n)\psi_H^1(r_2)r_1^{-1}\exp(ik^1 r_1)]$  dengan  $\psi_H^1(r_2)$  merupakan fungsi gelombang elektron terikat dalam atom hidrogen beraras tenaga  $E_2$  sesudah terjadi hamburan. Hukum kekekalan tenaga memberikan kaitan  $1/2k^2\hbar^2/m + E_2 = 1/2k'^2\hbar^2/m + E_2$ . Kuadrat modulus a.l. menentukanampang lintang benturan langsung  
(*direct amplitude*)

### amplitudo pertukaran

pada hamburan elektron (dengan fungsi gelombang-masuk  $\exp(ikn.r_1)$ ;  $n$  adalah vektor satuan ke arah pusa (momentum) elektron) oleh atom hidrogen elektronnya yang terikat pada inti di pusat koordinat dan memiliki fungsi gelombang  $\psi_H(r_2)$  dan beraras tenaga  $E_2$ , faktor  $f_D(n', n)$  ( $n'$  adalah vektor satuan ke arah elektron terhambur tertukar berkoordinat  $r_2$  dengan pusa  $\hbar k' n'$ ) yang muncul dalam penghampiran fungsi gelombang hamburan belum disetangkupkan di daerah asimtot  $r_2 \rightarrow \infty$  menjadi  $\psi^*(r_1, r_2) \rightarrow C f_E(n^1, n)\psi_H^1(\sigma_1)r_2^{-1}\exp(ik^1 r_2)]$  di sini  $\psi_H^1(r_1)$  merupakan fungsi gelombang elektron tertukar yang terikat dalam atom hidrogen beraras tenaga  $E_2$  sesudah terjadi hamburan pertukaran; hukum kekekalan tenaga memberikan kaitan  $1/2k^2\hbar^2/m + E_2 = 1/2k'^2\hbar^2/m + E_2$ . Pada bentuk asimtotik ini tak muncul gelombang datar datang karena faktor pengalinya yaitu  $\psi_H(r^2)$  lenyap di  $r_2 \rightarrow \infty$  lebih cepat dari  $1/r_2$ .  
(*exchange amplitude*)

### analisis gelombang panggu

penguraian fungsi gelombang Schodinger  $\psi_E$  dengan  $E = 1/2\hbar^2 k^2/m$  menjadi superposisi gelombang panggu zarah bebas yaitu  $U_{1,m}(k; r, \theta, \phi) = j_l(kr)Y_l^m(\theta, \phi) = \langle r, \theta, \phi | k; l, m \rangle$  yang merupakan eigenfungsi serempak operator tenaga kinetik  $E = 1/2p^2/m$  (dengan eigennilai

$1/2\hbar^2k^2/m$ ) kuadrat pusa sudut edaran  $L^2$  (dengan eigenilai  $\ell(\ell+1)\hbar^2$  dan komponen kutub pusa sudut  $L_z$  (dengan eigenilai  $m\hbar$ ). Jadi  $\psi_E = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=0}^l C_{lm} u(k;r,\theta,\phi); j_l(kr)$  dan  $Y_l^m(\theta,\phi)$  berturut-turut adalah fungsi Bessel sferis tingkat  $\ell$  dan fungsi harmonik sferis jenis  $(l,m)$   
lihat: **fungsi Bessel sferis**  
(*partial wave analysis*)

### anti-hermitan

sifat operator A yang memenuhi hubungan  $\langle \psi | A | \phi \rangle = -\langle \phi | A | \psi \rangle^*$   
(*anti-hermitean*)

### anti linear

sifat yang dimiliki oleh alihragam (*transformasi*) atau operator A, yakni  $A(a|\psi_1\rangle + b|\psi_2\rangle) = a^*|\psi_1\rangle + b^*|\psi_2\rangle$   
untuk sebarang vektor ket  $|\psi_1\rangle$  dan  $|\psi_2\rangle$   
(*anti linear*)

### antisetangkup

**keantisetangkupan fungsi gelombang**

sifat fungsi gelombang yang menampilkan keadaan antisetangkup

lihat: **keadaan antisetangkup**

(*antisymmetry of wave function*)

### anticadar

sifat interaksi yang melemah jika jarak mengecil dan menguat jika jarak membesar  
(*antiscreening*)

### aras tenaga helium

eigenilai tenaga  $E_{He}$  atom helium yang mempunyai dua elektron edaran yang terikat pada inti atom bermuatan  $+2e$  dan yang dapat dianggap riha; hamiltonan sistem berbentuk  $H_{He} = -\hbar^2(\nabla_1^2 + \nabla_2^2)/2m - 2e^2(1/r_1 + 1/r_2)/4\pi\epsilon_0 + e^2/(4\pi\epsilon_0 r)$  di sini  $-e$  dan  $m_e$  berturut-turut adalah muatan dan massa elektron,  $r_i$  adalah jarak elektron nomor  $i$  dari inti Helium dan  $r$  adalah jarak antara kedua elektron.  $E_{He}$  dapat dicari dengan menyelesaikan persamaan Schrodinger  $H_{He} \psi(r_1, r_2) X(S, m_s) = E_{He} \psi(r_1, r_2) X(S, m_s)$  di sini  $S$  adalah bilangan kuantum spin total kedua elektron dan  $m_s$  adalah proyeksinya ke arah sumbu pengkuantum;  $X(S, m_s)$  adalah eigenspinor kedua elektron yang berbentuk sistem singlet untuk  $S = 0$  (yang fungsi gelombang ruangnya bersifat setangkup terhadap per-



tukaran kedua elek-tron dan terdapat pada parahelium dengan spin kedua elektronnya berlawanan arah), dan berbentuk sistem kembartiga (triplet) untuk  $S = 1$  (yang fungsi gelombang ruangnya bersifat antise-tangkap terhadap pertukaran kedua elektron dan terdapat pada ortohe-lium dengan spin kedua elektronnya searah); dengan metode variasi diperoleh untuk keadaan dasar yang merupakan keadaan singlet, aras tenaga orthohelium ini dapat dihampiri dengan  $E_0 \approx -(27e/16)^2 / (4\pi\epsilon_0 a_0)$ ; di sini  $a_0$  adalah ruji Bohr atom hidrogen  $= 4\pi\epsilon_0 \hbar^2 / (m_e e^2) = 0,529 \times 10^{-10} \text{m}$  untuk aras keadaan teralan, parahelium selalu lebih tinggi arasnya dari-pada orthohelium (untuk bilangan kuantum orbital yang sama)  
(*helium energy levels*)

### aras tenaga hidrogen

eigenilai tenaga  $E_H$  atom bak-hidrogen yang terdiri dari inti bermuatan positif  $Z e$  yang berada di pusat koordinat dan sebuah elektron *edaran* bermassa  $m_e$  untuk berjarak  $r$  dari inti dengan Hamiltonan  $\hat{H}_H = -\hbar^2 \nabla^2 / 2m_e + z e^2 / (4\pi\epsilon_0 r)$ ,  $E_H$  bergantung pada bilangan kuantum utama  $n = 1, 2, \dots$  dan membentuk spektrum tenaga diskret  $E_n = -1/2Z^2 \alpha^2 m_e c^2 / n^2 = 1/2Z^2 e^2 / (4\pi\epsilon_0 a_0 n^2)$  di sini  $\alpha = e^2 / (4\pi\epsilon_0 \hbar c)$  adalah tetapan struktur halus dan  $a_0 = 4\pi\epsilon_0 \hbar^2 / (m_e e^2) = 0,529 \times 10^{-10} \text{m}$  adalah ruji Bohr atom hidrogen; apabila gerakan inti dengan massa  $M$  diikutsertakan, maka  $E_H$  di atas perlu dikoreksi dengan faktor  $(1 + m_e / M)^{-1}$  (efek isotopik)

lihat: **bilangan kuantum utama**

(*hydrogen energy level*)

### asas kebersesuaian

menurut Bohr, karena hukum-hukum fizika klasik mampu memerikan perilaku sistem *makroskopik*, maka asas-asas mekanika kuantum yang harus ditaati oleh sistem kuantum, harus memberikan hasil yang sama (sesuai) dengan yang dihasilkan fizika klasik untuk sistem yang besar, misalnya yang melibatkan besaran-besaran nilai-harapan kuantum: persamaan yang berlaku untuk nilai harapan kuantum seperangkat observabel harus sama dengan persamaan yang berlaku untuk obser-vabel klasik yang berpadanan

(*correspondence principle*)

### asas ketakterbedaan

untuk sistem yang terdiri dari sejumlah  $N$  zarah yang identik (sifat individualnya tepat sama) maka tak mungkin membedakan/mengidenti-

fikasi zarah-zarah tersebut secara individual karena semua hasil pengamatan terhadap sistem tak akan berubah apabila diadakan pertukaran terhadap sebarang pasangan zarah tersebut (fungsi keadaan sistem dikenai operator pertukaran  $P_{ij}$  dengan  $(i,j)$  sebarang); misalnya ini berlaku untuk rapat kementakan zarah nomor  $i$  untuk berada ada di  $r_i$  ( $1, \dots, N$ ) yaitu  $|\psi(r_1, \dots, r_N)|^2 = |\hat{P}_{ij} \psi(r_1, \dots, r_N)|^2$  ini berarti bahwa  $\hat{P}_{ij} \psi(r_1, \dots, r_N) = \exp(i\alpha) \psi(r_1, \dots, r_N)$  dan  $(\hat{P}_{ij})^2 \psi(r_1, \dots, r_N) = \exp(2i\alpha) \psi(r_1, \dots, r_N) = \psi(r_1, \dots, r_N)$  karena  $\hat{P}_{ij}$  yang bekerja dua kali merupakan operator identitas  $I$  (membawa keadaan semulanya). Akibatnya  $\exp(2i\alpha) = 1$ , berarti  $\exp(i\alpha) = \pm 1$ . Jadi  $\hat{P}_{ij} \psi(r_1, \dots, r_N) = \pm \psi(r_1, \dots, r_N)$  berarti bahwa terhadap pertukaran pasangan  $(ij)$  yang sebarang, fungsi gelombang sistem harus bersifat setangkup (tanda  $+$ ) untuk zarah boson berspin bulat (dalam satuan  $\hbar$ ), atau antisetangkup (tanda  $-$ ) untuk zarah fermion berspin tengahan

lihat: keadaan setangkup dan keadaan antisetangkup, boson dan fermion

(*principle of indistinguishability*)

### asas larangan

untuk sistem fermion identik, misalnya elektron, asas yang menyatakan bahwa tak mungkin terdapat lebih dari satu fermion yang menduduki keadaan kuantum tunggalnya yang diwakili oleh amatan (observable)  $r_i$ ; hal ini karena menurut asas ketakterbedaan, apabila terdapat dua fermion, misalnya nomer  $i$  dan  $j$  yang menduduki keadaan kuantum tunggal sama, maka  $\psi(r_1, \dots, r_N) = -\psi(r_1, \dots, r_N)$  tak berubah apabila dikenai operator pertukaran  $\hat{P}_{ij}$  yang mempertukarkan fermion  $i$  dan  $j$ , padahal untuk sistem fermion  $\hat{P}_{ij} \psi(r_1, \dots, r_N) = -\psi(r_1, \dots, r_N)$  jadi haruslah  $\psi(r_1, \dots, r_N) = 0$  yang menunjukkan keadaan kuantum tersebut mustahil; juga disebut asas Pauli, asas Pauli-Fermi atau asas perkecualian Pauli

lihat: asas ketakterbedaan

(*exclusion principle*)

### asas lokalitas Einstein

untuk dua sistem  $S_1$  dan  $S_2$  yang terpisah dalam ruang satu terhadap yang lain, situasi nyata yang ada pada  $S_2$  tak akan bergantung pada apa yang dilakukan terhadap  $S_1$

(*Einstein locality principle*)

**asas mikrokausalitas**

kemustahilan isyarat untuk merambat dengan kelajuan melebihi kelajuan cahaya dalam hampa,  $c$ , yang mengakibatkan bahwa dua pengukuran yang dilakukan di dua tempat dengan jarak waktu  $\Delta t$  dan jarak ruang  $\Delta r$  yang memenuhi  $\Delta r^2 > (c\Delta t)^2$  (dua kejadian bakruang) mustahil untuk saling mempengaruhi atau kedua kejadian tersebut mustahil mempunyai ikatan sebab-akibat (kausalitas), yaitu bahwa sebab selalu mendahului akibatnya, karena tak mungkin ada isyarat yang menjalin hubungan sebab-akibat tersebut

*(principle of microcausality)*

**asas Pauli**

*(Pauli Principle)*

lihat: **asas larangan**

**asas Pauli-Fermi**

setiap aras tunggal dalam suatu sistem kuantum banyak-elektron hanya dapat memuat elektron sebanyak satu, dua atau tidak sama sekali; apabila terdapat dua elektron pada sesuatu aras, maka spin mereka harus saling berlawanan

*(Pauli-Fermi Principle)*

**asas penggabungan**

asan yang mula-mula diajukan Ritz dan menyatakan bahwa banyak frekuensi yang ditampilkan oleh spektrum pancaran/serapan sinaran elektromagnet sesuatu zat dapat diperoleh sebagai selisih antara sejumlah suku yang lebih kecil cacahnya yang merupakan ciri zat, setiap kali dengan mengambil dua-dua setiap pasangan yang mungkin

*(combination principle)*

**asas perkecualian Pauli**

*(Pauli exclusion principle)*

lihat: **larangan Pauli**

**atom bakhidrogen**

atom dengan inti bermuatan  $Ze$  yang sudah terlucuti  $Z - 1$  elektronnya sehingga hanya tinggal satu elektron saja dan dengan mengabaikan gerakan intinya, maka atom ini mempunyai Hamiltonian  $H = 1/2\hbar^2\nabla^2/m - Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r)$  dan aras tenaga terkuantumkan  $E_n (n=0,1,\dots)$  dikenal sebagai

bilangan kuantum utama  
lihat: bilangan kuantum utama  
(hydrogenlike atom)

### atom hidrogen dalam koordinat parabola

penyelesaian persamaan Schrodinger untuk atom hidrogen dalam koordinat parabola dengan peubah koordinat  $\epsilon=r-z=r(1-\cos\theta)$ ;  $\pi=r+z=r(1+\cos\theta)$  dan  $\phi = \text{arc tg}(y/x)$  yang dinyatakan terhadap koordinat bola  $(r,\theta,\phi)$  dan Cartesius  $(x,y,z)$  dalam sistem koordinat tersebut muncul bilangan kuantum parabola  $n_1$  dan  $n_2$  yang terkait dengan bilangan kuantum utama  $n$  dan bilangan kuantum begini magnetik  $m$ :  $n_1+n_2=n-m-1$ ; fungsi gelombang tak dinormalkan dengan bilangan kuantum  $(n_1, n_2, m)$  dan bertenaga  $E_n = -1/2e^2/(4\pi\epsilon_0 a_0 n^2)$  ( $a_0$  = ruji Bohr atom hidrogen) dan  $n=n_1+n_2+m+1$  tersebut berbentuk  ${}^u n_1, n_2, m(\epsilon, \eta, \phi) = e^{-1/2(\epsilon + \eta)} (\epsilon\eta)^{m/2} L_{n_1+1m_1}^{1m_1}(\alpha\epsilon) L_{n_2+1m_1}^{1m_1}(\alpha\eta) C_{im\phi}$  dengan  $\alpha = \sqrt{2Zc^2 / \{h^2 (n_1 + n_2 + 1m_1 - 1)\}}$

fungsi gelombang di atas digunakan dalam pembahasan efek Stark orde kedua dalam atom hidrogen  
(hydrogen atom in parabolic coordinates)

### atom kompleks

atom yang mengandung  $Z$  buah elektron dengan inti yang membawa muatan  $Ze$ ; selain tiap elektron (nomor  $i$ ) dipengaruhi oleh medan Coulomb inti yang menghasilkan tenaga potensial  $-Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r_i)$ , setiap pasangan elektron berinteraksi Coulomb tolak-menolak dengan tenaga potensial  $V_{ij} = -e^2 / (4\pi\epsilon_0 \sigma_{ij})$  ( $r_{ij} = |r_i - r_j|$  merupakan jarak antara elektron nomor  $i$  dan  $j$ ); sumbangan tenaga ini pada Hamiltonan sistem adalah  $\sum_{i < j} V_{ij}$ ; selain itu terdapat sumbangan interaksi spin-orbit, yang untuk tiap elektronnya  $V_i = \xi_i \hat{L}_i \cdot \hat{S}_i$  dengan  $\hat{L}_i(\hat{S}_i)$  adalah operator pusa (momentum) sudut (spin) elektron nomor  $i$ , dan  $\xi_i$  adalah koefisien sambatan spin-orbit yang bergantung pada  $r_i$ ; karena inti dapat memiliki momen dwikutub magnet sebesar  $\hat{\mu}_I = Y_I \hat{I}$  dengan  $Y_I$  yang merupakan tetapan giromagnet inti dan  $I$  adalah momentum sudut total inti, maka muncul pula sumbangan interaksi antara inti dengan medan magnet  $B(0)$  yang ditimbulkan oleh elektron-elektron di dalam inti dengan Hamiltonan interaksi  $\hat{H}_I = -\hat{\mu}_I \cdot B(0)$  Interaksi  $V_{ee}$  akan menghasilkan struktur halus pada aras tenaga, sedang interaksi  $\hat{H}_I$  menghasilkan struktur sangat

halus; aras tenaga  $E$  dan fungsi gelombang  $\psi_E(r_1, r_2, \dots, r_N)$  atom kompleks yang ditentukan oleh penyelesaian per-samaan eigenilai  $\hat{H}\psi_E(r_1, r_2, \dots, r_N) = E\psi_E(r_1, r_2, \dots, r_N)$  yang tak dapat diselesaikan secara tepat, tetapi hanya dapat dengan metode penghampiran, misalnya metode swa-pangkah Hartree-Fock  
(*complex atom*)

### atom muonik

sistem serupa atom biasa, tetapi peranan elektron diganti oleh zarah muon  $\mu$  yang sifatnya mirip dengan elektron (muatan dan spin serta sifatnya yang tak berinteraksi kuat) kecuali massanya yang jauh lebih besar ( $m_\mu = 207m_e$ ) dan umumnya yang pendek (muon akan mereras menjadi  $e$  neutrino  $\nu_\mu$  dan  $\tilde{\nu}_c$  dalam selang waktu rerata yang pendek sebesar  $2,2 \mu s$  spektrum energi atom hidrogen muonik, spektrum energinya serupa dengan atom hidrogen, hanya parameter  $m_e$  harus diganti dengan  $m_\mu$  akibatnya uji Bohmya menjadi lebih kecil dengan faktor  $m_e/m_\mu$ ; apabila ukuran inti tidak diabaikan, maka terdapat peluang bagi muon untuk berada di daerah inti dan muncul efek distribusi muatan positif di daerah inti pada spektrum aras tenaga, sehingga pengamatan struktur spektrum atom muonik dapat digunakan untuk menentukan ukuran inti

(*muonik atom*)

## B

### **balikurut**

sifat operasi binar yang hasilnya tak bergantung pada urutan pasangan yang dikenai operasi. misalnya untuk penjumlahan dua besaran A dan B berlaku  $A + B = B + A$

(*commutative*)

### **pembalikurut**

untuk dua operator A dan B, pembalik urutnya adalah selisih antara perkalian AB dan BA dan dilambangkan oleh  $[A,B]$ . Jadi  $[A,B] = AB - BA$ ; untuk dua operator berbalikurut, pembalik urutnya lenyap

(*commutator*)

### **batas skala makroskopik**

ukuran sistem atau proses yang sedemikian besar (bersifat makroskopik) sehingga perilaku kuantumnya tak nampak penampilan; sistem /proses di sini berperilaku secara klasik dan di sini berlaku asas kebersesuaian

lihat : **asas kebersesuaian**

(*macroscopic scale limit*)

### **bencana inframerah**

divergensi logaritmik pada tambang-lintang (yang diharapkan semestinya anta atau berhingga) untuk pemancaran foton tenaga rendah dalam *bremssstrahlung* dan efek compton rangkap menurut elektrodinamika



kuantum; kesulitan tersebut dipecahkan dengan mengikutsertakan pembetulan rediatif/menyinar pada hamburan elastik; juga disebut masalah inframerah  
(*infrared catastrophe*)

### **bentuk garis Lorentz**

agihan (distribusi) spektral intensitas garis I, yang untuk frekuensi sudut  $\omega$  komponen spektrumnya mempunyai talunan (resonans) dengan puncak  $I_p$  pada frekuensi-sudut pusat  $\omega_0$  dengan bentuk  $I(\omega) = I_p \frac{(\Gamma/2)^2}{(\omega - \omega_0)^2 + (\Gamma/2)^2}$ ; tetapan  $\Gamma$  menggambarkan lebar talunan yang merupakan jarak antara dua frekuensi sudut (di sebelah-menyebelah nilai resonan  $\omega_0$  yang tingginya adalah setengah tinggi  $I_p$ ; bentuk garis Lorentz tersebut merupakan manifestasi redaman pada sistem sumbernya, yang populasinya berkurang/mereras dengan kementakan (probabilitas)  $\Gamma$  per satuan waktunya akibat terjadinya radiasi yang menimbulkan garis spektra tersebut, yang merupakan ciri bentuk spektral alami dengan  $\Gamma$  sebagai lebar garis alami tersebut  
(*Lorentzian line shape*)

### **benturan**

suatu interaksi yang terjadi akibat saling mendekatnya dua atau lebih benda/zarah dalam jangka waktu singkat, tatkala sekurang-kurangnya gerakan salah satu benada/zarah berubah mendadak; dalam proses ini berlaku hukum kekekalan tenaga dan pusa (momentum) yaitu jumlah tenaga serta pusa sistem zarah sebelum dan sesudah benturan itu tak berubah nilainya; zarah yang rihaat sebelum terjadinya benturan dinamakan lesan  
(*collision*)

### **benturan adiabatik**

benturan dengan Hamiltonan/potensial interaksi yang berubah secara adiabatik antara zarah-zarah yang terlibat  
lihat: **perubahan adiabatik**  
(*adiabatic collision*)

### **benturan atur-ulang**

benturan yang menyebabkan unsur-unsur atau komponen-komponen yang terlibat mengalami redistribusi (mengatur diri kembali) selama proses itu terjadi; salah satu di antara pengagihan ulang itu adalah

terjadinya pertukaran antara sepasang unsur yang identik  
 lihat : **benturan**  
*(rearrangement collision)*

### **benturan pertukaran**

benturan hasil modifikasi benturan asli yang melibatkan dua zarah identik (satu sebagai umpan (proyektil), lainnya sebagai salah satu unsur lesan/target) apabila untuk saluran keluarnya peranan kedua zarah identik tersebut dipertukarkan; misalnya pada hamburan elektron oleh atom hidrogen, atom helium atau atom lainnya, benturan proton oleh proton, deuterium atau inti atom lainnya  
 lihat: **benturan, amplitudo pertukaran**  
*(exchange collision)*

### **benturan rumit**

benturan dengan beberapa hamburan taklenting sebelum zarah umpan (proyektil) meninggalkan lesan (target); terjadi biasanya pada tumbuhan nuklear  
 lihat: **benturan taklenting**  
*(collision complex)*

### **benturan taklenting**

benturan yang mengakibatkan terjadinya perubahan tenaga gerak total sistem zarah yang berbenturan, sehingga jumlah tenaga gerak sebelum dan sesudah proses benturan tidak sama; selisih tenaga gerak tersebut digunakan untuk mengubah tenaga potensial interaksi (struktur dakhil)  
 lihat: **benturan**  
*(inelastic collision)*

### **besaran dinamis**

besaran yang berguna untuk memerikan perilaku suatu sistem yang keadaannya berubah dengan waktu misalnya koordinat, komponen pusa (momentum) atau fungsi dari kedua besaran ini  
*(dynamical quantity)*

### **bilangan c**

sesuatu yang mewakili observabel fisis yang bersifat komutatif dengan sebarang observabel lainnya, misalnya tetapan Planck  $h$ , kelajuan cahaya dalam hampa  $c$ , massa  $m$  dan tenaga  $E$   
*(c number)*

**bilangan kuantum**

salah satu besaran, biasanya bernilai diskret bulat atau tengahan, yang diperlukan untuk mencirikan suatu keadaan kuantum suatu sistem fisis; biasanya merupakan eigenilai suatu operator mekanika kuantum yang mewakili suatu observabel atau suatu bilangan bulat/tengahan yang runtunannya terkait dengan eigenilai tersebut

lihat: **keadaan kuantum**

(*quantum number*)

**bilangan kuantum azimut**

bilangan kuantum edaran (orbital)  $\ell$  yang nilainya bulat tak negatif (0, 1, . . .) sedemikian, sehingga eigenilai kuadrat pusa (momentum) sudut edaran  $L^2$  sesuatu zarah adalah  $\ell(\ell + 1) \hbar^2$ ; disebut juga bilangan kuantum orbit

(*azimuthal quantum number*)

**bilangan kuantum baik**

bilangan kuantum yang terkait dengan eigenilai suatu observabel yang kekal (nilainya tak berubah terhadap waktu)

lihat: **bilangan kuantum; eigenilai**

(*good quantum number*)

**bilangan kuantum edar**

(*orbital quantum number*)

lihat: **bilangan kuantum azimut**

**bilangan kuantum getaran**

bilangan kuantum  $\nu$  (yang nilainya 0, 1, 2, . . .) yang mencirikan gerak getaran inti dalam suatu molekul; dalam hampiran yang menganggap molekul itu berperilaku sebagai suatu ayunan selaras ratah (sederhana) dengan frekuensi-sudut ayunan  $\omega$ , tenaga getarannya terkuantumkan begini:  $E = (\nu + 1/2) \hbar \omega$

(*vibrational quantum number*)

**bilangan kuantum hidrogen**

seperangkat lengkap bilangan kuantum yang secara amung (unik) mencirikan keadaan kuantum yang diizinkan pada atom hidrogen, yaitu bilangan kuantum utama  $n$  yang menentukan aras tenaga  $E_n$ , bilangan kuantum azimut/orbit  $\ell$  yang menentukan kuadrat momentum sudut orbit  $L^2$ , bilangan kuantum magnetik  $m$  yang menentukan  $L_z$  dan bi-

bilangan kuantum spin  $m_s$  yang menentukan proyeksi spin elektron  $S_z$  dalam arah sumbu kutub (polar)  $z$

lihat: **bilangan kuantum; bilangan kuantum utama; bilangan kuantum azimut; bilangan kuantum magnetik dan bilangan kuantum spin**

*(hydrogen quantum number)*

### bilangan kuantum pusa-sudut

bilangan bernilai 1 jika pusa sudutnya  $\ell(\ell + 1) \hbar^2$ ;  $\ell = 0, 1, 2, \dots$

lihat: **pusa-sudut edaran**

*(angular momentum quantum number)*

### bilangan kuantum magnetik

eigenilai komponen pusa (momentum) sudut zarah ke arah tertentu (biasanya arah medan magnet luar  $B$  yang mempengaruhi zarah itu) dinyatakan dalam satuan  $\hbar$ , yaitu tetapan Planck  $h$  dibagi  $2\pi$

*(magnetic quantum number)*

### bilangan kuantum meruji

bilangan kuantum  $k$  yang bersama-sama dengan bilangan kuantum edaran  $\ell$  menentukan aras tenaga suatu zarah  $E_{k,\ell}$  dalam potensial ber-simetri bola  $V(r)$ , serta fungsi gelombang radialnya yang berkaitan, yaitu  $R_{k,\ell}$  yang memenuhi persamaan eigenilai tenaga:  $[-(\hbar^2/2m)r^{-1}(d^2/dr^2)r + 1/2 \ell(\ell + 1) \hbar^2/mr^2 + V(r)] R_{k,\ell}(r) = E_{k,\ell} R_{k,\ell}(r)$ .

lihat: **bilangan kuantum edar; persamaan eigenilai**

*(radial quantum number)*

### bilangan kuantum pusa-sudut total

bilangan kuantum  $j$  yang bulat atau tengahan dan tak negatif, yang menentukan nilai pasti kuadrat pusa (momentum) sudut total  $J^2 = (L + S)^2$  (yang memuat sumbangan pusa sudut edaran  $L$  dan spin  $S$ ), sebesar  $j(j + 1) \hbar^2$

*(total angular momentum quantum number)*

### bilangan kuantum parabolik

bilangan kuantum  $n_1$  dan  $n_2$  yang bersama-sama dengan bilangan kuantum magnetik  $m$  menentukan keadaan kuantum suatu zarah dalam medan coulomb

lihat: **bilangan kuantum magnetik; keadaan kuantum dan atom**

**hidrogen dalam koordinat parabola**  
(*parabolic quantum number*)

**bilangan kuantum pengayuh selaras**  
(*harmonic oscillator quantum number*)  
lihat: bilangan kuantum getaran

**bilangan kuantum putaran dan getaran molekul**

dua bilangan kuantum  $J$  dan  $\nu$  ( $J = 0, 1, \dots$ ;  $\nu = 0, 1, 2, \dots$ ) yang menentukan nilai pasti tenaga putaran (rotasi)  $E_r = 1/2 \hbar^2 J(J+1)/A$  dan getaran (vibrasi)  $E_v = (\nu + 1/2) \hbar \omega$ ;  $A$  dan  $\omega$  berturut-turut adalah momen kelembaman rotasi dan frekuensi sudut alami ayunan molekul (*molecular rotational and vibrational quantum number*)

**bilangan kuantum spin**

bilangan  $m_s$  (bulat atau tengahan bergantung pada genap atau gasalnya cacah elektron dalam atom) yang merupakan eigenilai proyeksi spin total elektron pada arah tertentu ( $S_z$ ), yang dinyatakan dalam tetapan (*spin quantum number*)

**bilangan kuantum utama**

bilangan kuantum  $n$  pada atom bak-hidrogen yang menentukan aras tenaga  $E_n$  atom itu, yakni  $E_n = 1/2 Z^2 e^2 / (4\pi\epsilon_0 a_0 n^2)$  dengan ruji Bohr atom hidrogen  $a_0 = 4\pi\epsilon_0 \hbar^2 / (m_e e^2)$   
(*principal quantum number*)

**bingkis gelombang berketakpastian minimum**

suatu bingkis gelombang dengan darab (hasilkali) ketakpastian letak ( $\Delta x$ ) dan pusa atau momentum ( $\Delta p$ ) bernilai minimal sebesar tetapan Planck  $h$  dibagi dengan  $4\pi$  jadi  $\Delta x \Delta p = \hbar/2$ ; fungsi gelombang bingkis tersebut  $\psi = \exp(i\gamma) [2\pi (\Delta x)^2]^{-1/4} \exp[-(x-x_0)^2/4 (\Delta x)^2 + ip_0 x / \hbar]$  di sini  $x_0$  dan  $P_0$  adalah letak puncak dan pusa (momentum) bingkis gelombang itu dan  $\gamma$  adalah tetapan fase  
(*minimal uncertainty wave packet*)

**bingkis gelombang Gauss/Kennard**

pengembangan terhadap waktu dari bingkis gelombang berketakpastian minimum; dengan berjalannya waktu ketakpastian letak  $\Delta x$  melebar menjadi  $\Delta x(t) = \Delta x [1 + \hbar^2 t^2 / \{4mk^2 (\Delta x)^4\}]^{1/2}$  atau  $[\Delta x(t)]^2 = (\Delta x)^2 + (\Delta p t / m)^2$  dan fungsi gelombang untuk bingkis Kennard berbentuk  $\psi(x,t) = \exp(i\gamma + i(P_0^2 x - p_0^2 t) / 2m) / h [2\pi]^{-1/4} (\Delta x + i\Delta p t / m)^{-1/2} \exp[-\{x -$

$(x_0 + p_0 t/m)^2 / \{4\Delta x (\Delta x + i\Delta p t/m)\}$ ] dengan rapat kementakan (probabilitas)  $|\psi(x,t)|^2 = [2\pi \{\Delta x(t)\}^2]^{-1/4} \exp[-\{x - (x_0 + p_0 t/m)\}^2 / \{4\pi \{\Delta x(t)\}^2\}]$  dengan puncak yang mula-mula ada di  $x_0$  dan bergerak dengan kecepatan  $P_0/m$ , tinggi puncak sebesar  $[2\pi \{\Delta x(t)\}^2]^{-1/4}$  bertambah rendah, sedangkan lebar paruh  $\Delta x(t)$  makin besar dengan naiknya  $t$ .

lihat: **bingkis gelombang berketakpastian minimum**  
(*Gaussian/Kennard packet*)

### **bilik kabut**

detektor zarah tempat lintasan zarah bermuatan dapat dilihat karena terbentuknya butir-butir tetes sepanjang jalur ion yang ditinggalkan zarah itu ketika ia melewati uap lewat-jenuh dalam peranti itu; juga disebut **kamar pemuai**

(*cloud chamber*)

### **bilik pemuai**

(*expansion chamber*)

lihat: **bilik kabut**

### **boson**

nama generik untuk suatu jenis zarah (untuk mengenang tokoh Satyendra Bose dari India yang pertama kali mengajukan mekanika statistik untuk sistem zarah ini yang memiliki spin (pusa atau momentum sudut intrinsik) yang bernilai bulat (dinyatakan dalam satuan  $\hbar = h/2\pi$  sebagai satuan untuk pusa sudut, dengan  $h =$  tetapan Planck); sistem zarah ini menaati statistika Bose-Einstein

(*Boson*)

## C

-coba

### **percobaan Stern-Gerlach**

percobaan oleh O. Stern dan W. Gerlach (Jerman, 1924) mengenai momen magnet atom; berkas atom yang dilewatkan pada suatu landai (gradien) medan magnet statik yang sangat kuat akan terpisah sesuai dengan arah dan besar momen magnet berkas atom (*Stern-Gerlach experiment*)

## D

### deret Clebsch-Gordan

deret yang diperoleh dari penguraian (ekspansi) perkalian dua matriks wakilan rotasi dengan pusa putar  $j_1(D_m \ m)$  dan pusa putar

$$j_2(D_{m_2}^{j_2}), D_{m_1 m}^j = \langle j m' l e^{\frac{-i}{\hbar} \vec{A} \cdot \vec{j} \theta} j \theta | j m \rangle$$

(Clebsch-Gordan series)

### determinisme

(*determinisme*)

lihat: **doktrin klasik**

### doktrin klasik

jika posisi dan kecepatan atau pusa zarah diketahui pada saat  $t_0$  maka kedudukan  $x(t)$  dan kecepatan  $\dot{x}(t)$  (atau pusa  $\vec{p}(t)$ ) pada sebarang saat  $t$  dapat ditentukan dengan tepat; juga disebut **determinisme**

(*classical doctrine*)



## E

### efek

#### efek Aharonov-Bohm

efek yang menampilkan pengaruh langsung medan vektor-potensial  $A$  terhadap pola interferensi dua berkas elektron yang berasal dari satu sumber dan dipecah menjadi dua berkas oleh suatu celah sempit dan masing-masing berkas melalui lintasan yang tak bermedan imbas magnet  $B (= \nabla \times A)$  dan bersama-sama membentuk simpal tertutup  $C$ ; interferensi terjadi karena adanya perbedaan fase di antara kedua berkas sebesar  $\Delta \phi = e \oint_C A \cdot dr / \hbar = e \Phi / \hbar$  di sini  $\Phi$  adalah fluks magnet  $\int B \cdot ds$  yang menembus daerah yang berada di antara kedua lintasan berkas dari titik sumber ke titik interferensi dan dikelilingi oleh simpal  $c$ ; sebagai sumber  $\Phi$  dipasang suatu kumparan dengan tampang kecil di sebelah dalam dan tegak lurus pada simpal  $c$  sehingga medan  $B$  yang ditimbulkannya sepanjang lintasan berkas lenyap; efek Aharonov-Bohm selain menunjukkan sifat gelombang berkas elektron juga menunjukkan sifat fisis medan potensial vektor  $A$

*(Aharonov-Bohm effect)*

#### efek terowongan

penembusan zarah melalui kawasan anta yang tanpa potensialnya lebih besar daripada tenaga total zarah itu, ini merupakan gejala mekanika kuantum yang menjadi dasar pererakan alfa dan pancaran

medan dan tidak terjadi berdasarkan mekanika klasik atau pada sistem makroskopik

lihat: **pererasan alfa, pancaran medan**

(*tunnel effect*)

### **efek Zeeman anomal**

pemisahan spektrum atom akibat interaksi medan magnet luar dengan momen magnet edar dan momen magnet spin elektron dalam atom

(*anomalous Zeeman effect*)

### **eigen-fungsi**

(*eigenfunction*)

lihat: **fungsi watak**

### **eigenfungsi pusa sudut**

eigenfungsi pengandar (operator) pusa (momentum) sudut, umumnya dinyatakan dalam sistem koordinat sferis/bola sebagai fungsi

$\psi_{\ell}^m(\theta, \varphi)$  yang memenuhi

$$\overset{\curvearrowright}{L^2} \psi_{\ell}^m = \hbar^2 \ell(\ell+1) \psi_{\ell}^m \text{ dan } L_z \psi_{\ell}^m = m \hbar \psi_{\ell}^m \quad |m| \leq \ell, \quad \ell=0,1,2,\dots$$

(*angular momentum eigenfunction*)

### **eigenkeadaan pusa sudut**

(*angular momentum eigenstate*)

lihat: **eigenfungsi pusa sudut**

### **pengembunan Bose-Einstein**

suatu gejala yang terjadi pada suatu sistem boson dengan jumlah yang tak dapat berubah, pada suhu di bawah suhu kritis tertentu atau seorder dengan suhu kemerosotan, maka setingkat besar zarah penyusun sistem tersebut menghuni satu keadaan zarah tunggal dengan tenaga terendah

lihat: **boson**

(*Bose-Einstein condensation*)

## F

### faktor Boltzmann

besaran  $\exp(-E_b T)$  yang muncul dalam agihan Boltzmann; di sini  $E$  adalah tenaga total sistem,  $T$  adalah suhu keseimbangan dan  $k_B$  adalah tetapan Boltzmann

lihat: **agihan Boltzmann dan tetapan Boltzmann**  
(*Boltzmann factor*)

### fisika malaran

(*continuum physics*)

lihat: **teori medan klasik**

### frekuensi

jumlah daur (siklus) atau getaran lengkap yang dilakukan sistem getar tertentu per satuan waktu; lambangnya  $\nu$  atau  $f$   
(*frequency*)

### frekuensi sudut

besar sudut dalam radian yang ditempuh (misalnya pada gerak melingkar) per satuan waktu; lambangnya  $\omega$  atau  $\Omega$  besarnya  $\omega = 2\pi\nu$  atau  $2\pi f$ , juga disebut **kecepatan sudut**

lihat: **frekuensi**  
(*angular frequency*)

**fungsi Bessel sferis**

fungsi yang merupakan bagian penyelesaian dalam koordinat  $r$  dari persamaan Schrodinger dalam sistem koordinat sferis  $(r, \theta, \phi)$  untuk potensial sumur trimarta (dimensi tiga) setangkup bola; lambangnya  $J_{\ell}(P) = (\pi/2)^{1/2} J_{\ell+1/2}(p)$  dengan  $p = \alpha r$  dan  $\alpha$  tergantung kedalaman sumur potensial,  $J_{\ell+1/2}(p)$ , fungsi Bessel order  $\ell+1/2, \ell=0,1,2,3,\dots$   
(*Spherical Bessel functions*)

**fungsi delta Dirac**

(*Dirac delta function*)

lihat: **hubungan ketertutupan**

**fungsi gelombang alihletak sekawan**

(*adjoint wave function*)

lihat: **matriks alihletak sekawan**

**fungsi karakteristik**

(*characteristic function*)

lihat: **fungsi watak**

**fungsi keadaan**

fungsi kompleks  $\psi(r)$  yang melukiskan keadaan kuantum suatu sistem, yang diperoleh dengan cara memproyeksikan vektor keadaan  $|\psi\rangle$  ke basis  $|r\rangle$  yang merupakan eigenkeadaan koordinat:  $\psi(r) = \langle r|\psi\rangle$ ; kuadrat modulus fungsi ini  $|\psi|^2$  melukiskan rapat kementakan sistem itu untuk memiliki konfigurasi yang dimiliki oleh basis keadaan koordinat itu, berarti sistem tersebut dijumpai ada di  $r$   
(*state function*)

**fungsi Legendre**

(*Legendre function*)

lihat: **persamaan Legendre**

**fungsi Legendre seiring**

fungsi yang merupakan bagian penyelesaian dalam koordinat  $\theta$  persamaan Schrodinger dalam sistem koordinat bola untuk atom hidrogen;

$$\text{lambangnyanya: } P_{\ell}^m(u) = (1-u^2)^{m/2} \frac{d^{m+1}}{du^{m+1}} (u^2-1)^{\ell}$$

dengan  $u = \cos \theta$

(*associated Legendre function*)

**fungsi pribadi**

(*characteristic function*)

lihat: **fungsi watak**

**fungsi watak**

fungsi  $\psi_1$  dalam persamaan watak, juga disebut; **fungsi karateristik;**

**fungsi pribadi; eigenfungsi**

(*characteristic function*)

## H

### had klasik

had hasil perhitungan secara kuantum keadaan klasik; juga disebut **asas kebersesuaian**  
(*classical limit*)

### had klasik bingkis gelombang

dinamika klasik dapat menjalankan suatu gerak jika penyebaran bingkis gelombang dapat diabaikan selama waktu gerak itu diperhitungkan  
(*classical approximation of wave packet*)

### had klasik hamburan coulomb

tampang lintang diferensial hamburan Coulomb sama dengan rumus Rutherford yang diturunkan dengan mekanika klasik, yaitu  $d\sigma(\theta)/d\theta = (ZZ'e^2/2nv^2)^2 \text{cosec}^2(\theta/2)$ ,  $Ze$  = muatan inti penghambur,  $Z'e$  = muatan zarah terhambur,  $\mu$  = massa tereduksi zarah terhambur,  $V$  = kecepatan zarah terhambur,  $\theta$  = sudut hamburan  
(*classical limit for coulomb scattering*)

### had klasik pusa sudut edar

pusa (momentum) sudut edar yang besarnya jauh lebih besar dari  $\hbar$  (bilangan kuantum momentum sudut edar  $\ell$  mendekati ananta)  
(*classical approximation for orbital angular momentum*)

**had klasik pengayun selaras ratah**

rapat kementakan posisi pengayun selaras ratah secara kuantum mendekati posisi klasik jika bilangan kuantum pengayun selaras ratah ( $n$ ) mendekati ananta ( $\infty$ )

*(classical approximation of simple harmonic oscillator)*

**hak klasik pengukur medan**

untuk zarah yang mengikuti statistika Bose-Einstein seperti foton, medan zarah yang kuat amplitudonya akibat banyak zarah dapat berada pada keadaan yang sama dan sederap, menyebabkan medan dapat terukur secara klasik; untuk zarah yang mengikuti statistika Fermi-Dirac seperti elektron, medannya tidak dapat diukur secara klasik, tetapi tenaga, muatan dan rapat arus dapat diukur karena dinyatakan dalam bentuk kombinasi bilinear amplitudo medan.

*(classical limit for field measurement)*

**had klasik persamaan Schrodinger**

persamaan diferensial parsial Hamilton dalam fungsi utama  $w$  yang diperoleh jika dalam persamaan Schrodinger, fungsi gelombang ditulis sebagai  $\varphi(\vec{r}, t) = Ae^{-iW(\vec{r}, t)/\hbar}$  dan diambil had klasik  $\hbar \rightarrow 0$

*(classical limit of Schrodinger equation)*

**had klasik teori kuantum**

jika suatu sistem kuantum mempunyai analogi klasik, besaran klasik yang sesuai akan diperoleh jika  $\hbar \rightarrow 0$

*(classical limit of quantum theory)*

**hamburan Rutherford**

hamburan zarah bermuatan yang berat, khususnya zarah alfa, oleh medan coulomb inti-atom

*(Rutherford scattering)*

**hamburan zarah alfa**

terhamburnya berkas zarah alfa oleh inti lesan (target) akibat medan coulomb inti lesan itu

lihat: **hamburan Rutherford**

*(alpha particle scattering)*

**hampiran adiabatik**

hampiran penyelesaian persamaan Schrodinger gayut waktu dengan

mengambil pegun (eigenfungsi) stasioner Hamiltonan sesaat yang perubahannya terhadap waktu dianggap lambat (*adiabatic approximation*)

### **hampiran Born**

suatu metode hampiran yang digunakan untuk menghitung tampang lintang dalam masalah hamburan; interaksi diperlukan sebagai usikan terhadap sistem zarah-bebas yang efeknya ditinjau secara bertahap dalam deret pangkat tetapan sambatan, yang sumbangannya makin lama makin kecil terhadap tampang lintang hamburan

(*Born approximation*)

### **hampiran Born bebas-waktu**

metode penyelesaian persamaan Schrodinger untuk keadaan hamburan dengan potensial bebas-waktu pada tenaga hamburan  $E : (\nabla^2 + k^2)\psi(r) = -\{2\mu V(r)/\hbar^2\}\psi(r)$  dengan  $K^2 = 2\mu E/\hbar^2$  dan syarat asimtotik  $\psi(r \rightarrow \infty) = (r) = (2\pi)^{-3/2} \exp(ik \cdot r) = \psi^{(0)}(r)$  melalui proses iterasi yang menghasilkan hampiran Born orde  $n + 1$  berikut untuk fungsi gelombang hamburan  $\psi^{(n+1)}(r) = \varphi(r) - (\mu/2\pi\hbar^2) \int \frac{\exp(ik|r-r'|)}{|r-r'|} V(r') \psi^{(n)}(r') d^3r'$ ;

untuk  $r \rightarrow \infty$ , berlaku bentuk asimtotik  $\psi_i(r) \approx \varphi_i(r) - A_{fi} r^{-1} \exp(ik \cdot r)$  dengan  $A_{fi} = -\{\mu(2\pi)^{1/2}/\hbar^2\} \langle \varphi_f | V | \psi_i \rangle$  yang dikenal sebagai amplitudo hamburan dari keadaan awal berpusa (momentum)  $\hbar k_i$  ke keadaan akhir berpusa  $\hbar k_f$ .

lihat: **amplitudo hamburan**

(*time independent Born approximation*)

### **hampiran Born gayut waktu**

metode penyelesaian persamaan Schrodinger untuk keadaan hamburan dengan potensial yang gayut-waktu  $V(r,t) : [i\hbar \partial/\partial t - \hbar^2 \nabla^2/2m]\psi(r,t) = V(r,t)\psi(r,t)$  dengan syarat asimtotik  $\psi(r \rightarrow \infty, t) = \varphi(r,t) = (2\pi)^{-3/2} \exp(ik \cdot r - i\pi E t/\hbar) = \psi^{(0)}(r,t)$  melalui proses iterasi yang menghasilkan hampiran Born order  $n + 1$  berikut untuk fungsi gelombang hamburan  $\psi^{(n+1)}(r,t) = \varphi(r,t) + \int d^3r' \int_{-\infty}^t d^3r'' \int_{-\infty}^{t''} K_0^{(+)}(r,t;r',t';t'') V(r'',t'') \psi^{(n)}(r'',t'')$  dengan fungsi Green  $K_0^{(+)}(r,r';t,t') = (i\hbar)^{-1} [m/2\pi\hbar(t-t')]^{3/2} \theta(t-t') \exp\{im|r-r'|^2/2\hbar(t-t')\}$  yang mengandung fungsi undak satuan  $\theta(t-t')$  yang bernilai 0 (1) untuk  $t < (>) 0$ ; misalnya pendekatan Born gayut-waktu order pertama dengan  $v$  dinyalakan pada saat  $t = 0$  dan sesudah itu bernilai  $v(r)$  berbentuk



$\psi_i^{(1)}(r,t) = \phi_k(r) \exp(-iE_i/\hbar) + (i\hbar)^{-1} \int d^3r' \int_0^t dt' [m/2\pi i \hbar(t-t')]^{3/2} \exp\{im|r-r'|^2/2\hbar(t-t')\} V(r') \phi_k(r') \exp(-iE_i t'/\hbar)$ 
 amplitudo peluang/kementakan alihan dari keadaan kuantum  $\phi_k(r)$  ke keadaan kuantum  $\phi_k(r)$  pada hampiran Born pertama besarnya  $a_{fi}^{(1)}(t) = \langle \phi_k | \psi^{(1)}(r,t) \rangle = -\langle f | V | i \rangle \{ \exp(i\omega_{fi} t) - 1 \} / \hbar \omega_{fi}$  dengan  $\omega_{fi} = (E_f - E_i) / \hbar$ ; kuadrat modulus besaran ini akan menghasilkan kementakan (probabilitas) alihan dari keadaan  $\Phi_i$  ke keadaan  $\Phi_f$  persatuan waktu.

*(time dependent Born approximation)*

### **hampiran Born-Oppenheimer**

penghampiran yang digunakan dalam metode Born-Oppenheimer bahwa fungsi gelombang dan aras tenaga elektronik dalam suatu molekul pada sebarang saat hanya bergantung pada letak inti-inti atom penyusun molekul tersebut pada saat yang sama dan tidak bergantung kepada gerakan inti; juga disebut **hampiran adiabatik**

*(Born-Oppenheimer approximation)*

### **hampiran medan memusat**

hampiran dengan anggapan bahwa elektron dalam atom bergerak dalam potensial setangkup bola  $V(r)$  yang diakibatkan oleh inti-atom dan elektron-elektron yang lain

*(central-field approximation)*

### **hampiran mendadak**

*(sudden approximation)*

lihat: **hampiran adiabatik**

### **hubungan balik-urut kanonis**

hubungan balik-urut antara peubah-peubah kanonis, misalnya antara posisi ( $q$ ) dan pusa yang sesuai ( $p$ ), yang berupa pengandar (operator) mekanika kuantum, lambangnya:  $[q, p] = qp - pq = i\hbar$

*(canonical commutation relation)*

### **hubungan balik-urut pusa sudut**

$$[M_x, M_y] = M_x M_y - M_y M_x = i\hbar M_z$$

di sini  $M_x, M_y, M_z$  komponen-komponen operator pusa sudut,  $i = \sqrt{-1}$ ,  $\hbar = \hbar/2\pi$  ( $\hbar =$  tetapan Planck). Hubungan ini juga berlaku jika urutan  $x, y, z$  diganti  $y, z, x$  atau  $z, x, y$  (secara berdaur atau siklis); tetapi

bagian kanan menjadi negatif jika urutannya ; y,x,z, x,z,y; atau z,y,x (tak berdaur, nonsiklis)

(*angular commutation relation*)

### hubungan kebalikurukan pokok

kaidah balikurutan yang berlaku bagi dua cerapan yang berjodoh secara kanonis dan saling bebas misalnya untuk koordinat umum  $\hat{q}_i$  dan momentum jodoh  $\hat{p}_j$  yang terkait pada koordinat umum  $\hat{q}_j$  kaidah ini berbentuk  $[\hat{q}_i, \hat{p}_j] = i\hbar^{-1} \delta_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, f$  = derajat kebebasan sistem), dengan  $\delta_{ij}$  adalah lambang delta Kronecker yang bernilai 1 untuk  $i = j$  dan nol untuk  $i \neq j$

(*fundamental commutation relation*)

### hubungan ketertutupan

dalam sistem lengkap fungsi gelombang ortonormal, jumlahan ke semua keadaan (i) dari hasilkali konjungat kompleks suatu fungsi gelombang pada posisi  $\vec{r}$  dengan fungsi gelombang yang sama pada posisi  $\vec{r}$  harus sama dengan fungsi delta Dirac,

$$\sum_i \phi_i(\vec{r}) \phi_i^*(\vec{r}) = \delta(\vec{r} - \vec{r})$$

lihat: fungsi delta Dirac

(*closure relation*)

### hukum kekekalan pusa sudut

pusa (momentum) sudut sistem kekal (tidak berubah) terhadap waktu, yaitu jika pengandar Hamilton H setangkup (simetri) - bola sehingga dipenuhi besar  $\vec{L}$  tetap :

$$[H, L^2] = 0 \text{ dan } \vec{L} \text{ juga tetap } [H, L_x] = 0, [H, L_y] = 0, [H, L_z] = 0$$

lihat: kekekalan pusa

(*angular momentum conservation law*)

# I

## **ikatan kimia**

ikatan antar atom yang terjadi karena fungsi gelombang elektron suatu atom tumpang-tindih dengan fungsi gelombang elektron atom yang lain, atau suatu elektron dapat menjadi milik bersama kedua inti atom  
(*chemical bond*)

## **interaksi adiabatik**

interaksi yang memenuhi hampiran adiabatik  
lihat: **hampiran adiabatik**  
(*adiabatic interaction*)

## **inti hitam**

fisika inti  
(*black nucleus*)

## **invarian adiabatik**

suatu besaran fisis yang bisa terkuantumkan dan sampai derajat hampiran tertentu tak mengalami perubahan dengan berlangsungnya perubahan yang lambat terhadap sebarang parameter sistem; juga disebut **kararan adiabatik**  
(*adiabatic invariant*)

## J

### **jejak kabut**

lintangan pengembunan, yang dihasilkan dalam uap air lewat-jenuh oleh gerak zarah bermuatan (elektrik); digunakan dalam mempelajari lintasan dan benturan zarah dalam kamar kabut  
(*fog track*)

### **jejak kamar awan**

lintasan pengembunan sepanjang jalur ion yang ditinggalkan zarah ketika melewati uap lewat-jenuh dalam kamar awan (kamar kabut)  
lihat: **kamar kabut, jejak kabut**  
(*cloud chamber track*)

### **jumlah ke keadaan**

dengan lambang  $S$  menunjukkan penjumlahan ungkapan yang mengikutinya meliputi keadaan kuantum yang mungkin diduduki sistem yang akan menentukan nilai yang disumbangkan ungkapan tersebut  
lihat: **keadaan kuantum**  
(*state sum*)

### **jumlah**

#### **penjumlahan pusa (momentum) sudut**

penjumlahan vektor pusa-sudut sedemikian, sehingga komponen pusa sudut yang diperoleh mempunyai eigen nilai yang berkaitan dengan eigen nilai pusa sudut semula  
(*addition of angular momentum*)

## K

### kaidah balikurutan

kaidah yang memberikan nilai pembalik urutan  $[\hat{A}, \hat{B}]$  antara dua cerapan dinamis  $\hat{A}$  dan  $\hat{B}$ ; misalnya kaidah bagi operator koordinat rampat  $q$  dan pusa (momentum) jodohnya  $p$  adalah  $[q, p] = i\hbar$ ; di sini  $\hbar$  adalah tetapan Planck  $h$  dibagi dengan  $2\pi$

lihat : **pembalik urutan**

(*commutation rule*)

### kaidah frekuensi Bohr

frekuensi foton  $\nu_{ab}$  yang dipancarkan pada awateralan (de-eksitasi) sama dengan selisih antara tenaga keadaan awal  $E_a$  dan tenaga keadaan akhir  $E_b$  di dibagi dengan tetapan Plank ( $h$ ), caratulis-nya;

$$\nu_{ab} = (E_a - E_b) / h$$

(*Bohr frequency rule*)

### kaidah seleksi

(*selection rules*)

lihat : **alihan terizin**

### -kandar

#### **pengandar**

bentuk matematis yang membawa atau mengubah suatu ruang vektor atau fungsi menjadi ruang vektor atau fungsi yang lain (yang dapat tetap atau berubah); juga disebut **operator**

(*operator*)

**pengandar alihletak sekawan**

Pengandar  $O$  adalah pengandar alihletak sekawan pengandar  $o$  Jika wakilannya memenuhi persamaan  $O + O = I$   
(adjoint operator)

**pengandar linear**

jika pengandar  $O$  bekerja pada vektor atau fungsi  $f$  dan  $g$  dalam suatu ruang vektor atau fungsi, maka berlaku  $O(f+g) = Of + Og$  dan  $Ocf = cOf$ , kalau,  $c$  tetapan skalar

lihat: pengandar  
(linear operator)

**pengandar mekanika kuantum**

pengandar (operator) hermitan linear  $O$  bersangkutan dengan suatu besaran fisis; untuk suatu sistem fisis pada sebarang keadaan, nilai harapannya sama dengan integrasi  $\psi^*O\psi$  ke seluruh ruang;  $O\psi$  adalah hasil kerja pengandar  $O$  pada fungsi gelombang sistem  $\psi$  dan  $\psi^*$  adalah konjugat kompleks fungsi gelombang itu  
(quantum mechanical operator)

**pengandar tangga pusa-sudut**

pengandar yang menaikkan ( $L_+$ ) atau menurunkan ( $L_-$ ) nilai  $m$  dalam eigenfungsi pusa sudut:  $L_{\pm}\psi_{\ell}^m = C_{\pm}(\ell, m)\psi_{\ell}^{m\pm 1}$   
dengan  $C_{\pm}(\ell, m) = \{\ell(\ell+1) - m(m\pm 1)\}^{1/2}$ ,  $L_x \pm iL_y$   
lihat: eigenfungsi pusa sudut  
(angular momentum ladder operator)

**pengandar pusa sudut**

pusa sudut dalam bentuk pengandar yang bekerja pada fungsi gelombang  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times (-i\hbar\nabla)$ , di sini  $\vec{p} = -i\hbar\nabla$  ialah pusa linear (garis) dan  $\vec{r}$  vektor ruji (radius) yang menunjukkan kedudukan zarah  
(angular momentum operator)

**kararan adiabatik**

(adiabatic invariant)

lihat: invarian adiabatik

**kausalitas**

(causality)

lihat: sebab akibat

**kawasan klasik**

kawasan tempat berlakunya hukum-hukum mekanika klasik  
(*classical region*)

**kawasan larangan klasik**

kawasan dengan tenaga potensial lebih tinggi daripada tenaga total zarah, sehingga secara klasik suatu zarah tidak dapat berada pada kawasan tersebut  
(*classical excluded/forbidden region*)

**-kekalan****kekakalan pusa**

untuk suatu sistem dinamis yang terdiri atas  $n$  zarah materi dengan massa  $m_1, m_2, \dots, m_n$  pada posisi  $r_1, r_2, \dots, r_n$ , kalau kakas-kakas yang bekerja hanyalah kakas-kakas interaksi antar zarah tersebut, maka pusa total sistem itu tetap; juga disebut **konservasi momentum**  
(*conservation of momentum*)

**koefisien Clebsch-Gordan**

elemen (unsur) matriks uniter  $\langle m_1, m_2, l, m \rangle$  dalam teorema penjumlahan momentum sudut atau harmonik sferis; juga disebut **koefisien wigner**;

**koefisien penyambat vektor**

lihat: **teorem penjumlahan**  
(*Clebsch-Gordan coefficients*)

**koefisien penyambat vektor**

(*vector coupling coefficient*)  
lihat: koefisien **Clebsch-Gordan**

**koefisien penerusan**

perbandingan antara amplitudo gelombang yang diteruskan dan amplitudo yang datang pada suatu medium  
(*transmission coefficient*)

**koefisien wigner**

(*wigner coefficient*)  
lihat: koefisien **Clebsch-Gordan**

**konservasi momentum**

(*conservation of momentum*)  
lihat: **kekakalan pusa**

**koordinat cartesius**

sistem koordinat dengan salib sumbu saling renjang (tegak lurus) dan semua peubah koordinat berdimensi panjang  
(*cartesian coordinate*)

**-kuantum****pengkuantuman kanonis**

pengkuantuman sistem dengan menggunakan hubungan balikurut peubah kanonis sistem  
(*canonical quantization*)

**pengkuantuman pusa sudut**

proyeksi pusa sudut pada arah tertentu besarnya  $m\hbar$  dengan  $m = -\ell, -\ell + 1, \dots, \ell - 1, \ell$  sedang besar pusa sudut itu sendiri  $\ell \hbar \approx \sqrt{\ell(\ell + 1)}\hbar$ ;  
 $\ell = 0, 1, 2, \dots$

lihat: **pusa sudut edar**

(*angular momentum quantization*)

**pengkuantuman ruang**

pengkuantuman komponen pusa sudut suatu sistem pada arah tertentu  
(*space quantization*)

**kuantum aksi**

(*quantum of action*)

lihat: **kuantum tindakan**

**kuantum tindakan**

nilai terkecil (bukan nol) integral tindakan (integral aksi) sepanjang satu dengan edaran elektron dalam model atom Bohr, besarnya sama dengan tetapan Planck  $h$

lihat: **aksi tetapan Planck**

(*quantum of action*)

**-kutub****keterkutuban atom hidrogen**

tetapan  $\alpha$  atom hidrogen yang menunjukkan kesebandingan lurus momen dwikutub elektrik imbas  $d$  dengan kuat medan elektrik luar



E yang menyebabkannya;  $\alpha = \alpha E$  akibat timbulnya d imbas tersebut maka atom hidrogen akan tergeser aras tenaganya sebesar  $\Delta = -1/2\alpha|E|^2$  untuk aras dasar,  $\alpha$  bernilai  $4,5 a_0^3/(4\pi\epsilon_0)$  dengan =  $a_0$  ruji Bohr hidrogen

lihat: ruji Bohr

(*polarizability of hydrogen atom*)

## L

### **laju alihan**

banyaknya alihan persatuan waktu pada sistem yang beralih dari keadaan kuantum awal  $\psi_i$  ke keadaan akhir  $\psi_f$ ; dilambangkan oleh  $R_{if}$ ; untuk suatu rakitan sistem, apabila cacah sistem yang menduduki keadaan  $\psi_i$  adalah  $n_i$ , maka  $R_{if} = n_i P_{if}$ ; kalau  $P_{if}$  merupakan kementakan persatuan waktu terjadinya proses alihan tersebut

lihat: kementakan alihan

(*transition rate*)

### **laser**

(*laser*)

lihat: pancaran terangsang

### **lewatan adiabatik**

proses evolusi sistem yang memenuhi teorema adiabatik

lihat: teorema adiabatik

(*adiabatic passage*)

### **-luruh**

#### **peluruh radioaktif**

(*radioactive disintegration*)

lihat: pererasan radioaktif

## M

### **magneton Bohr**

tetapan atom yang merupakan satuan atomik untuk momen dwikutub magnet atom; besarnya sama dengan nilai mutlak momen magnet intrinsik elektron akibat muatan dan spin yang dimilikinya, yakni  $he/4\pi m_e = 9,274096 \times 10^{-24}$  disini  $h$  adalah tetapan Planck,  $e$ , muatan elementer dan  $m_e$  = masa elektron planck

lihat: **tetapan Planck**

(*Bohr magneton*)

### **matriks alihletak sekawan**

matriks yang unsur-unsurnya dialihletakkan sehingga lajur (kolom)-nya menjadi baris dan sebaliknya, kemudian diambil sekawan (konjugat) kompleksnya, kalau lambang matriks  $M$ , matriks alihletak sekawannya  $M^+$

(*adjoint matrix*)

### **medan penyinaran klasik**

medan penyinaran yang dapat mempunyai tenaga malar berapa saja, tak tergantung pada frekuensinya

(*classical radiation field*)

### **mekanika malaran**

(*continuum mechanics*)

lihat: **teori medan klasik**

**-mentak****kementakan (probabilitas) alihan**

kementakan per satuan waktu bagi suatu sistem untuk beralih keadaan kuantumnya dari  $\psi_i$  ke  $\psi_f$ ; lambangnya  $P_{if}$  dan  $P_{if} dt$  ialah kementakan bagi sistem itu untuk melakukan peralihan tersebut dalam selang waktu  $dt$ ; apabila alihan tersebut disebabkan oleh interaksi dengan Hamiltonian usikan  $\hat{H}_u$ , maka menurut teori usikan,  $P_{if}$  sebanding lurus dengan  $|\langle \psi_f | \hat{H}_u | \psi_i \rangle|^2$

lihat: teori usikan

(*transition probability*)

**metode variasi**

metode untuk menghitung batas-atas tenaga terendah suatu sistem mekanika kuantum yang mempunyai parameter pi hampiran fungsi gelombang, dan nilai harapan hamiltonan yang identik dengan tenaga E diminimalkan oleh variasi parameter p, sehingga  $\partial E / \partial P_i = 0$

(*variational method*)

**model vektor pusa sudut**

jika pusa-sudut  $j_1$  dan  $j_2$  dianggap vektor biasa (sebenarnya pengandar dalam mekanika kuantum) dengan panjang  $j_1$  dan  $j_2$ , maka dengan vektor  $j_1 + j_2$  mereka membentuk segitiga, sehingga panjang  $|j_1 + j_2|$  adalah antara  $|j_1 - j_2|$  dan  $j_1 + j_2$ , tetapi karena pusa sudut tercatu (terkuntum), maka nilai yang diperbolehkan adalah  $|j_1 - j_2| + 1, \dots, |j_1 + j_2|^{-1}$

(*angular momentum vector model*)

**momentum sudut**

juga disebut pusa sudut; lambangnya  $\vec{L}$ ,  $\vec{J}$  atau  $\vec{M}$

(*angular momentum*)

lihat: pusa sudut

## N

### **nisbah giromagnetik**

nisbah antara momen dwikutub magnetik suatu sistem dan pusa (momentum) sudutnya; untuk elektron yang beredar mengelilingi inti atom, nilainya sebesar  $e/2m$ , kalau  $e$  adalah muatan elektron dan  $m$  massanya; nisbah giromagnetik yang disebabkan spin elektron adalah dua kali nilai tersebut di atas; juga disebut **nisbah magnetogirik** atau **nisbah magnetomekanis**  
(*gyromagnetic ratio*)

### **nisbah giromagnetik anomal**

selisih antara  $q/2m$  dan nisbah momen dwikutub suatu zarah terhadap pusa sudutnya; di sini  $q$  adalah muatan zarah dan  $m$  massa zarah  
lihat: **nisbah giromagnetik**  
(*anomalous giromagnetik ratio*)

### **nisbah mencabang**

nisbah kementakan (probabilitas) suatu cabang alihan (transisi) terhadap kementakan untuk semua cabang alihan yang dapat terjadi pada suatu proses  
(*branching ratio*)

### **nilai rerata amatan**

nilai rerata besaran fisika yang dapat diukur secara eksperimen; dalam mekanika kuantum dinyatakan dengan pengandar yang bekerja pada fungsi gelombang dan memberikan fungsi gelombang baru; misalnya,

untuk besaran atau operator  $O$ , nilai reratanya di antara keadaan (fungsi gelombang)  $m$  dan  $n$  adalah  $\langle O_{mn} \rangle = \langle m | o | n \rangle$   
(*average value of observable*)

**nisbah magnetogirik**

(*magnetogyric ratio*)

lihat: nisbah giromagnetik

**nisbah magneto-mekanis**

(*magnetomechanical ratio*)

lihat: nisbah giromagnetik

**-normal**

**penormalan**

pengalihan suatu fungsi  $f(x)$  ( $f(x) \rightarrow 0$  jika  $x \rightarrow \pm \infty$ ) dengan suatu bilangan, sehingga pengintegralan  $f(x)$  dari  $-\infty$  sampai  $+\infty$  ) jika anta (berhingga) menjadi bernilai satu; penormalan ini penting dalam mekanika kuantum dan statistika

(*normalization*)

**penormalan kotak**

penormalan fungsi gelombang zarah bebas dalam suatu kubus dengan rusuk  $L$ , dengan syarat batas bahwa fungsi gelombang itu nol pada dinding-dinding kubus tersebut

(*box normalization*)

## O

### **operator ajoin**

*(adjoint operator)*

lihat : pengandar alihletak sekawan

### **operator alihanjak**

pemetaan  $\hat{T}$  yang membawa keadaan awal dengan penyajian fungsi gelombang  $\psi(r)$  ke keadaan teralihanjak  $\psi(r+a) = \psi^1$ ; jadi  $\hat{T}\psi = \psi^1$  dengan  $\hat{T} = \exp(a \cdot \nabla) = \exp(ia \cdot p/\hbar)$  dan  $\hat{p}$  merupakan operator momentum =  $-i\hbar \nabla$

lihat: keadaan teralihanjak

*(translation operator)*

## P

-pancar

**pancaran medan**

*(field emission)*

lihat: efek terowongan

**pancaran terangsang**

pancaran akibat transisi yang terjadi karena terangsang oleh pancaran yang serupa

lihat: laser

*(stimulated emission)*

**paritas edaran**

paritas yang berhubungan dengan fungsi gelombang zarah atau sistem zarah sebagai fungsi koordinat ruang, yang berlainan dari paritas dakhil (intrinsik); jika  $\ell$  bilangan kuantum pusa-sudut edaran, maka paritas edaran, adalah  $(-1)^\ell$

*(orbital parity)*

**paritas pusa sudut**

paritas yang ditentukan oleh pusa sudut sistem, jika  $\ell$  genap, paritasnya genap, jika  $\ell$  ganjil paritasnya ganjil:  $(-1)^\ell$

lihat: pusa sudut edaran; eigenfungsi pusa sudut

*(angular momentum parity)*



**pita terizin**

jangkau daerah aras-tenaga yang boleh dihuni elektron dalam zat padat  
lihat: **pita terlarang**  
(*allowed band*)

**pita terlarang**

jangkau daerah aras-tenaga yang tidak boleh dihuni elektron dalam zat padat  
(*forbidden band*)

**postulat Born**

kuadrat nilai mutlak fungsi-gelombang ternormalisasi suatu zarah pada suatu posisi (ruang-waktu atau tenaga-pusa) memberikan kementakan zarah untuk beberapa pada posisi tersebut, juga disebut tafsiran Born  
(*Born postulat*)

**postulat pengkuantuman Bohr**

sistem elektron yang bersama dengan inti-atom menyusun atom hanya berada dalam keadaan tertentu dengan tenaga total diskret yang merupakan ciri masing-masing keadaan, dan peralihan (transisi)nya dari keadaan yang satu ke keadaan yang lain mengikuti kaidah frekuensi Bohr; edaran (orbit) elektron dalam atom itu yang berbentuk lingkaran, dan akan stasioner (tak terjadi pancaran radiasi elektromagnet) apabila pusa (momentum) sudut edaran elektron tersebut besarnya sama dengan kelipatan bulat ( $n$ ) dari tetapan Planck  $h$  dibagi  $2\pi$ ; jadi  $m r v = n h/2\pi = n \hbar$   
(*Bohr quantization postulate*)

**postulat pengkuantuman Bohr-Sommerfeld**

orbit suatu elektron dalam suatu atom yang berbentuk elips akan stasioner (tak terjadi pancaran radiasi elektromagnet) apabila berlaku kaidah pengkuantuman berikut bagi pusa (momentum) sudut azimut  $P_\phi$  yang konjugat dengan sudut azimut  $\phi$  dan pusa sudut radial  $P_r$  yang konjugat dengan koordinat jarak elektron dari inti atom ( $r$ ):  $\oint P_\phi d\phi = n_\phi h$  dan  $\oint P_r dr = n_r h$   
dengan  $h$  adalah tetapan Planck dan  $n_\phi = \ell$  serta  $n_r$  adalah bilangan-bilangan kuantum azimut dan radial yang hanya bisa mengambil nilai-nilai bulat: untuk  $n_\phi$  asal tak negatif, untuk  $n_r$  hanya meliputi bilangan-bilangan positif; kontur pengintegralan  $C_\phi$  yang tertutup merupakan

trayektori elektron di ruang fase bagian  $(r, P_r)$ , sedangkan  $C_\phi$  merupakan trayektori elektron di ruang fase bagian  $(r, p_\phi)$ ; kaidah pengkuantuman pertama akan menghasilkan nilai  $p_\phi$  (pusa sudut edaran) yang tetap sebesar  $hn_\phi / 2\pi = \ell \hbar$

lihat: **ruang fase**

*(Bohr-Sommerfeld quantization postulate)*

### potensial emparan

potensial sebesar  $\ell^2/2\mu r^2$  yang dialami oleh zarah dengan massa tereduksi  $\mu$  yang beredar dengan ruji (radius)  $r$  dan pusa-putar  $\ell$ ; landai (gradien) negatif potensial emparan memberikan kakas (forsa) emparan

*(centrifugal potential)*

### potensial Morse

potensial hampiran yang bersangkutan dengan jarak  $r$  antara inti-inti molekul dwiatom (beratom dua) pada suatu keadaan elektronik, yaitu  $V(r) = D \{ 1 - \exp[-a(r - r_0)] \}^2$ ;

Di sini  $r_0$  adalah jarak keseimbangan,  $D$  tenaga disosiasi, dan  $a$  suatu tetapan

*(Morse potential)*

### potensial skalar

fungsi skalar yang landai (gradien) negatifnya sama dengan medan vektor, jika medan itu tak-gayut waktu; misalnya, tenaga potensial zarah dalam medan kakas kekal dan potensial elektrostatik

*(scalar potential)*

### pusa sudut

besaran vektor  $L$  yang memenuhi asal kekekalan, dan tetap dalam sistem yang terisolasi; untuk zarah tunggal bermassa  $m$  yang bergerak dalam edaran berapa lingkaran dengan kecepatan sudut  $\omega$ , pusa sudut itu besarnya  $mr^2\omega$  kalau  $r$  ialah ruji lingkaran itu; untuk suatu benda atau sistem benda berputar, besarnya pusa sudut itu sama dengan darab (hasil kali) momen lembamnya terhadap sumbu putar dengan kecepatan sudutnya; arah pusa sudut itu sama dengan arah vektor kecepatan sudut zarah atau (sistem) benda yang berputar

*(angular momentum)*

**pusa-sudut edaran**

pusa sudut gerak edar suatu zarah, lambangnya  $\ell$ , besarnya

$$\sqrt{\ell(\ell+1)}; \quad \hbar \quad \ell = 0, 1, 2, 3, \dots;$$

atau L untuk jumlahan banyak pusa-sudut edaran  
(*orbital angular momentum*)

**pusa-sudut hakiki**

pusa sudut yang dimiliki oleh suatu zarah yang besarnya sudah tertentu dan tidak berubah atau tergantung pada edaran (orbit) zarah tersebut  
(*intrinsic angular momentum*)

**pusa-sudut sinaran**

pusa sudut yang dibawa oleh sinaran elektromagnetik  
(*angular momentum of radiation*)

**pusa-sudut spin**

pusa-sudut hakiki zarah yang dapat dibayangkan dimiliki ukuran antara dan berpusing sekeliling sumbunya sendiri (bukan oleh gerak edarnya), lambangnya s atau S untuk jumlahan banyak pusa sudut spin  
lihat: **pusa sudut hakiki**  
(*spin angular momentum*)

**pusa-sudut total**

jumlah pusa-sudut edar dan pusa-sudut spin suatu zarah, lambangnya j  
 $= 1 + s$  atau  $j = L + S$  untuk jumlahan banyak pusa sudut total  
lihat: **pusa sudut edaran, pusa-sudut spin**  
(*total angular momentum*)

## R

### **radiasi benda hitam**

*(blackbody radiation)*

lihat: **sinaran benda hitam**

### **radioaktifitas**

*(radioactivity)*

lihat: **pererasan radioaktif**

### **rapat kementakan**

kuadrat nilai mutlak fungsi gelombang Schrodinger suatu zarah pada suatu titik, yang memberikan kementakan per satuan volume untuk menemukan zarah di titik tersebut

*(probability density)*

### **-reras**

#### **pererasan**

pengurangan secara bertahap nilai suatu besaran seperti arus, fluks magnetik, kumpulan muatan, atau pendar fosfor (fosforenses)

lihat: **pererasan radioaktif**

*(decay)*

#### **pererasan alfa**

alihragam (transformasi) radioaktif suatu nuklide (inti atom) yang menyebabkan nomor atomnya berkurang dua dan nomor massanya berkurang empat karena inti itu memancarkan satu zarah alfa (inti atom helium-4); juga disebut **peluruhan alfa**

lihat: **efek terowongan**  
(*alpha decay*)

### pererasan radioaktif

transformasi (alihragam) spontan suatu nuklide menjadi satu atau lebih nuklide yang lain, disertai pancaran zarah dari inti itu, atau tangkapan nuklir, pelontaran elektron edaran atau fisi (pembelahan); juga disebut **pererasan; peluruhan radioaktif; alihragam radioaktif; radioaktivitas**

(*radioactive decay*)

### resonans magnet (nuklir)

gejala yang diperlihatkan oleh sejumlah besar inti atom dalam medan magnet statik yang menyerap tenaga medan radio-frekuensi pada frekuensi tertentu yang merupakan ciri suatu inti atom pada kuat medan magnet statik tertentu; juga disebut **talunan magnet inti** (*NMR*)

### -rosot

#### kemerosotan atom hidrogen

terdapatnya lebih dari satu keadaan kuantum bagi aras tenaga  $E_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) dengan bilangan kuantum orbital  $\ell$ , magnetik  $m$  daspin  $m_s$  berturut-turut  $= 0, 1, \dots, n - 1; m = \ell, \ell - 1, \dots, -\ell$ , dan  $m_s = \pm 1/2$ ; derajat kemerosotan untuk aras nomor  $n$  adalah  $2n^2$   
lihat: **aras tenaga atom bak-hidrogen dan bilangan kuantum**  
(*degeneracy of hydrogen atom*)

### ruang bra

ruang vektor yang dibentang oleh himpunan vektor bra yang berlabel  $\langle \psi |$  dan merupakan ruang duaan (dual) dari ruang ket; himpunan ini membentuk suatu grup Abelian (berbalik-urut) terhadap penjumlahan vektor bra dengan lima ciri: (1) sifat tertutup (2) sifat asosiatif (3) ujud unsur netralnya adalah vektor nol (4) bagi tiap vektor bra ada invers terhadap penjumlahan dan (5) kebalikan-urutan jumlah dua vektor bra; selain itu berlaku sifat distributif terhadap perkalian dengan skalar  $s$ :  $(s_1 + s_2) \langle \psi | = s_1 \langle \psi | + s_2 \langle \psi |$  dan  $s (\langle \psi_1 | + \langle \psi_2 |) = s \langle \psi_1 | + s \langle \psi_2 |$  dan  $|\langle \psi | = \langle \psi |$ ; ruang bra ini merupakan suatu ruang uniter yang di dalamnya terdefinisi perkalian skalar  $\langle \psi | \phi \rangle$  yang memiliki sifat-sifat: (1)  $\langle \psi | \phi \rangle = \langle \phi | \psi \rangle^*$ ; (2)  $\langle \psi | s_1 \phi + s_2 \phi \rangle = s_1 \langle \psi | \phi \rangle + s_2 \langle \psi | \phi \rangle$

$\rangle = s_1 \langle \psi | \phi_1 \rangle + s_2 \langle \psi | \phi_2 \rangle$ ; (3)  $\langle \psi | \psi \rangle \equiv \|\psi\|^2 \geq 0$ , nilai nol dicapai untuk vektor bra nol: ruang bra wakilan merupakan ruang Hilbert yaitu ruang uniter yang lengkap

lihat: **vektor bra; ruang vektor ket; ruang lengkap**  
(*bra space*)

### ruang fase

ruang dimensi banyak yang koordinat-koordinatnya mewakili peubah-peubah yang diperlukan untuk mendeskripsikan keadaan suatu sistem; khususnya ruang berdimensi enam, dengan tiga dimensi posisi dan tiga dimensi pusa  
(*phase space*)

### ruji Bohr

ruji orbit atom hidrogen menurut teori atom Bohr untuk keadaan dasar (*ground state*) dengan orbit berbentuk lingkaran, nilainya  $a_0 = 4\pi \epsilon_0 \hbar^2 / (m_e e^2) = 0,529 \times 10^{-10} \text{m}$   
(*Bohr radius*)

### ruji klasik elektron

jejari yang diperoleh jika dianggap tenaga diam elektron ( $m_e c^2$ ) sama dengan tenaga elektrostatisnya ( $e^2/r_e$ , dalam satuan cgs),  $r_e = e^2 / m_e c^2$ .  
 $e$  dan  $m_e$  muatan elektrik dan massa elektron,  $c$  kecepatan cahaya  
(*classical radius of electron*)

### rumus Breit-Wigner

rumus tampang-lintang reaksi nuklir (a,b) (zarah a diserap dan zarah b dilepaskan) sebagai fungsi lebar alami pelepasan zarah a ( $\Gamma_a$ ) dan zarah b ( $\Gamma_b$ ), lebar alami total ( $\Gamma$ ), tenaga zarah a ( $E$ ) dan tenaga resonansi ( $E_r$ ):  $\delta(a,b) + \Gamma_a \Gamma_b / [(E - E_r)^2 + \Gamma^2 / 4]$

lihat: **lihat teori Breit-Wigner**  
(*Breit Wigner formula*)

### rumus Breit-Wigner

suatu persamaan yang memberikan tampang-lintang serapan  $\delta$  pada suatu reaksi nuklir khusus yang memungkinkan inti majemuk-antara teralun mereras melalui salah satu dari sejumlah saluran pererasan yang ada; tampang-lintang ini merupakan suatu fungsi tenaga  $E$  zarah pemberondong dan untuk nilai  $E$  yang dekat dengan tenaga inti

majemuk  $E_c$  maka berlaku pola talunan bentuk Lorentz  $\delta = \delta_0 / [1 + (E - E_c)^2 / (\Upsilon/2)^2]$ ; di sini  $\delta_0$  adalah tampang-lintang resonan dan  $\Upsilon$  adalah lebar aras inti majemuk teralan

(*Breit-Wigner formula*)

rumus penguraian Bauer

penguraian gelombang datar (dengan momentum linear pasti  $p = \hbar k = \hbar k_n$  dan fungsi gelombang  $\exp(ik \cdot r)$ ) menjadi superposisi gelombang radial  $U_{\ell m}(r, u_r = r/r)$  yang merupakan perkalian fungsi Bessel sferis dan fungsi harmonik sferis  $J_{\ell}(kr) Y_{\ell}^m(ur)$  (dengan kuadrat pusa sudut  $L_z$  dan proyeksi polar pusa sudut  $L_z$  yang pasti masing-masing sebesar  $\ell(\ell + 1)\hbar^2$  dan  $m\hbar$ )

dengan rumus  $\exp(ik \cdot r) = 4\pi \sum_{\ell=0}^{\infty} \sum_{m=-\ell}^{\ell} i^{\ell} J_{\ell}(kr) Y_{\ell}^m(r) Y_{\ell}^m(u_r)$ ;

apabila gelombang datar bergerak ke arah sumbu-z, maka penguraian Bauer menjadi lebih sederhana  $\exp(ikz) = \exp(ijr \cos \theta) = \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell + 1) P_{\ell}(\cos \theta) J_{\ell}(kr)$

di sini  $P_{\ell}(\cos \theta)$  adalah suku banyak (polinom) Legendre tingkat  $\ell$ ; penguraian Bauer digunakan dalam analisis gelombang panggu dalam teori hamburan

(*Bauer expansion formula*)

**rung dasar (ket basis)**

fungsi gelombang yang merupakan vektor basis dalam ruang Hilber, setara dengan vektor kolom dalam aljabar matriks; lambangnya  $a >$  (*base kets*)

## S

### **saluran**

dalam interaksi, misalnya hamburan zarah atau reaksi inti, cabang-cabang yang masuk ke atau ke luar dari inti lesan (target)  
(*channel*)

### **salur keluar**

saluran yang bersangkutan dengan zarah terhambur atau inti-inti dan/atau zarah-zarah hasil reaksi inti;  
lihat **saluran**  
(*exit channel*)

### **salur masuk**

saluran yang bersangkutan dengan umpan (proyektil) atau zarah masuk yang menuju inti lesan (target), atau inti dan/atau zarah yang akan berinteraksi: dalam hamburan atau reaksi inti  
lihat : **saluran**  
(*entrance channel*)

### **-sama**

#### **persamaan eigennilai**

(*eigenvalue equation*)

lihat: **persamaan watak**

#### **persamaan kanonis**

(*canonical equations*)

lihat: **peubah kanonis**



**persamaan Legendre**

persamaan diferensial linear homogen order dua  $(1-x^2)y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0$  dengan  $n$  yang nyata dan tak negatif

lihat: **fungsi Legendre**

(*Legendre equation*)

**persamaan Schrodinger-Pauli**

persamaan Schrodinger yang dimodifikasi untuk zarah dengan spin  $n/2$ ; fungsi gelombangnya mempunyai dua komponen, sesuai dengan arah spin zarah

lihat: **spinor**

(*Schrodinger-Pauli equation*)

**persamaan Thomas-Fermi**

persamaan diferensial  $x^{-\frac{1}{2}} (d^2y/dx^2 = y^{3/2})$  yang muncul dalam perhitungan potensial model-atom Thomas-Fermi, yang memenuhi syarat batas  $y(0) = 1$  dan  $y(\infty) = 0$  dalam penyelesaian yang mempunyai arti fisis

(*Thomas-Fermi equation*)

**persamaan watak**

persamaan yang menunjukkan suatu pengandar (operator) yang bekerja pada suatu fungsi  $\psi_1$  dan menghasilkan suatu bilangan dikalikan dengan fungsi  $\psi_1$  itu:  $A\psi_1 = \alpha_1 \psi_1$ ;

juga disebut **persamaan eigennilai**

(*characteristic equation*)

**-sambat****sambat Russel-Saunders**

proses untuk menghasilkan eigenfungsi zarah tunggal untuk sistem berelektron banyak dengan pusa-sudut edaran dan spinnya masing-masing; fungsi-fungsi pusa-sudut edaran digabung menjadi eigenfungsi pusa-sudut-edaran total; fungsi-fungsi spin digabung menjadi eigenfungsi pusa-sudut-spin total, dan kemudian hasilnya digabung menjadi eigen fungsi pusa-sudut total sistem itu.

(*Russel-Saunders coupling*)

**sawar emparan**

sawar yang diakibatkan oleh adanya potensi positif emparan

(*centrifugal barrier*)

**sebab-akibat**

hubungan antara keadaan awal dan keadaan akhir, kalau keadaan sistem pada saat  $t: \psi(t_0) = |a_1, t_0\rangle$  ditentukan oleh keadaan awal sistem itu :  $\psi(t) = |a, t_0\rangle, t_0 < t$   
(*causality*)

**-selesai****penyelesaian watak**

fungsi  $\psi_1$  dan nilai  $\pi_1$  dalam persamaan watak  
lihat: **persamaan watak**  
(*characteristic solution*)

**-serap****serapan talunan**

sistem mekanika kuantum menyerap sinaran elektromagnetik pada frekuensi karakteristik yang memenuhi syarat frekuensi Bohr; juga disebut **talunan (resonans)** atau **absorpsi resonans**  
(*resonance absorption*)

**penyerapan terangsang**

penyerapan yang mengakibatkan peralihan, yang terjadi karena terangsang oleh penyerapan yang serupa  
(*stimulated absorption*)

**-setangkup****kesetangkupan dinamis atom hidrogen**

kesetangkupan pada atom hidrogen yang bersangkutan dengan bentuk eksplisit operator tenaga-potensialnya (atau kakas (forsa) yang berpengaruh dalam atom) yang berbentuk potensial Kepler  $V(r) = -k/r$ ; kesetangkupan ini berkaitan dengan terdapatnya suatu amatan (observabel) tambahan yang kekal, yaitu vektor Runge-Lenz  $M = (p \times L - L \times p)/2\mu - Kr / r$  dengan  $p$ ,  $L$  dan  $\mu$  berturut-turut merupakan momentum, momentum sudut dan massa tereduksi elektron dalam atom hidrogen tersebut ( $\mu = m_e M_p / (m_e + M_p)$ ;  $m_e$  dan  $M_p$  adalah massa elektron dan proton); secara klasik, vektor Runge Lenz berimpit dengan vektor penghubung inti dengan titik terdekat/terjauh orbit elektron yang mengedari inti itu; besarnya  $|M| + KE$  dengan  $E$  merupakan eksentrisitas edaran (orbit) elektron yang bergantung pada  $L^2$  dan  $E$ ; secara mekanika kuantum aras

tenaga kuantum operator Casimir perangkat  $\{L, M\}$  yaitu  $C = \frac{1}{2} CL^2 - \mu M^2 / 2E$  yang terkuantumkan menurut kaidah  $C \rightarrow 2k(K+1)$ ;  $K = 0, \frac{1}{2}, 1, \dots$   
*(dynamical symmetry of hydrogen atom)*

-sinar

### **sinaran benda hitam**

sinaran elektromagnetik yang dipancarkan oleh benda hitam pada suhu tertentu yang intensitas sinarannya mengikuti hukum Stefan Boltzmann dan agihan spektralnya mengikuti persamaan Planck dengan puncak yang bergeser mengikuti suhunya menurut hukum Wien  
*(blackbody radiation)*

### **sinaran kutub banyak**

sinaran (radiasi) di ruang bebas dapat diuraikan menjadi medan listrik, medan magnet kutub banyak, dan gelombang-gelombang datar  
*(multipole radiation)*

### **spektrum eigennilai pusa sudut**

besarnya eigennilai pusa-sudut sebagai gungsi bilangan kuantum  $\ell$  dan  $m$ :  $\hbar\ell(\ell+1)$  dan  $m\hbar$

lihat: **eigenfungsi pusa sudut**

*(angular momentum eigenvalue spectra)*

### **spektrum getaran**

spektrum molekul akibat transisi antara aras-aras getaran serta putaran molekul yang berperilaku seperti pengalun (osilator) harmonik mekanika kuantum serta putaran benda tegar, dengan aras tenaga  $E_n = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega$  (dan  $E_\ell = \hbar \sqrt{\ell(\ell+1)} / 2 I$ )

lihat: **spektrum putaran**

*(vibrational spectra)*

### **spektrum putaran**

spektrum molekul akibat transisi antara aras-aras putaran molekul yang berperilaku seperti analogi mekanika kuantum benda tegar yang berputar, dengan aras tenaga

$$E_\ell = \hbar \sqrt{\ell(\ell+1)} / 2 I, \ell = 0, 1, \dots$$

dan  $I$  = momen lembam (inersia)/momen inersia benda tegar  
(*rotational spectra*)

### **spinor**

vektor dengan dua komponen kompleks yang menyatakan keadaan spin zarah yang spinnya  $1/2$

lihat: **persamaan Schrodinger-Pauli**  
(*spinor*)

### **statistika B-E**

statistika yang diikuti oleh zarah dengan spin kelipatan bulat  $\hbar = \hbar/2\pi$  (zarah boson) yang tidak tunduk kepada larangan Pauli; juga disebut **statistika Bose-Einstein** atau **statistika Einstein-Bose**  
(*Bose-Einstein statistics*)

### **statistika Boltzmann**

statistika klasik sistem zarah-zarah identik yang tak-terbedakan yang terdistribusi meliputi tenaga  $E$  menurut agihan Boltzmann  
(*Boltzmann statistics*)

### **statistika Bose-Einstein**

(*Bose-Einstein statistics*)  
lihat: **statistika B-E**

### **statistika Einstein-Bose**

(*Einstein-Bose statistics*)  
lihat: **statistika B-E**

### **statistika Fermi-Dirac**

statistika kumpulan zarah spin tengahan-bulat yang identik; zarah semacam itu mempunyai fungsi-gelombang anti-simetris terhadap pertukaran zarah dan memenuhi asas perkecualian Pauli  
(*Fermi-Dirac statistics*)

### **statistika kuantum**

statistika mengenai agihan zarah keunsuran jenis tertentu di antara berbagai aras tenaga terkuantum; misalnya, zarah-zarah tersebut tidak dapat dibedakan satu dari yang lain

lihat: **statistika Fermi-Dirac**, **statistika Bose-Einstein**  
(*quantum statistics*)

**struktur pita**

struktur kelompok aras tenaga yang saling berdekatan satu sama lain, sehingga sukar atau tidak dapat dipisahkan  
(*band structure*)

**sukubanyak Laquarre seiring**

sukubanyak yang merupakan bagian penyelesaian dalam koordinat  $r$  persamaan Schrodinger dalam sistem koordinat bola ( $r, \theta, \phi$ ) untuk atom bakhidrogen; lambangnya  $L_q^p(p) = \frac{q!}{(q-p)!} \frac{e^p d^q}{dp^q} (e^{-p} p^{q-p})$ ,

$$p = \frac{2Zr}{na}, \quad p = 2\ell + 1, \quad q = n + \ell$$

(*associated Laquerre polynomial*)

## T

### tafsiran Born

penafsiran fungsi gelombang  $\psi(r, t)$  dalam mekanika kuantum sebagai amplitudo kementakan (probabilitas) dalam arti bahwa  $d^P(r,t) = |\psi(r, t)|^2 d^3x$  menampilkan kementakan zarah untuk ditemukan di volume  $d^3x$  dengan pusat  $r$  pada saat  $t$   
(*Born interpretation*)

### -takbersandar

#### ketakbersandaran muatan

amplitudo hamburan pion-nukleon takbersandar pada muatan elektrik sistemnya, tetapi hanya pada kesetangkupan internal isospin sistem itu  
(*charge independence*)

### -taksama

#### ketaksamaan Bell

1. panjang jumlah dua vektor (fungsi) selalu tak lebih besar daripada jumlah panjang kedua vektor (fungsi) yang dijumlahkan, lambangnya:  $|a+b| \leq |a| + |b|$
2. salah satu keluarga ketaksamaan yang bersangkutan dengan kementakan (probabilitas) terjadinya keserempakan peristiwa-peristiwa tertentu di dua bagian yang benar-benar terpisah dari suatu sistem gabungan, sebagai implikasi sebarang teori peubah tersembunyi dalam mekanika kuantum yang memenuhi asas lokalitas

Einstein, yang contoh pertamanya dijabarkan oleh J. Bell pada tahun 1964

lihat: teori peubah tersembunyi; asas lokalitas Einstein  
(*Bell's inequality*)

### ketaksamaan Bessel

integral kuadrat nilai mutlak suatu fungsi selalu tak lebih kecil dari / pada/ jumlahan anta (berhingga) kuadrat nilai mutlak koefisien-koefisien penguraian fungsi tersebut kedalam suatu basis ortonormal, jadi,  $\int |\psi|^2 dt \geq \sum_{i=1}^{\bar{n}} |C_i|^2$ ;  $\psi = \sum_{i=1}^{\infty} C_i \psi_i$ ,  $\psi_i =$  basis ortonormal

$dt =$  volume keunsuran dalam ruang konfigurasi

(*Bessel inequality*)

### -taksetangkup

#### ketaksetangkupan hamburan

ketaksetangkupan hamburan sudut zarah-zarah terhambur terhadap sumbu berkas zarah masuk yang melalui inti lesan

(*scattering asymmetry*)

### talunan (resonans)

(*resonance*)

lihat: serapan talunan

### talunan magnet inti

(*nuclear magnetic resonans*)

lihat: resonans magnet nuklir

### -tembus

#### penembusan sawar

penembusan zarah melewati potensial berlebar anta yang lebih tinggi daripada tenaga zarah, berdasarkan kementakan yang diberikan oleh fungsi gelombang dalam mekanika kuantum

(*barrier penetration*)

### tenaga ikat

tenaga potensial negatif yang diperlukan untuk mengikat zarah dalam suatu ikatan (atom, inti-atom, molekul, dsb), yang besarnya sama dengan positif yang diperlukan untuk melepaskan zarah itu dari ikatan tersebut

(*binding energy*)

**tenaga titik nol**

tenaga suatu osilator dengan frekuensi  $\nu$  pada suhu  $T$  diberikan oleh  $K_B T [x] (e^x - 1)]$  dengan  $x = h\nu / K_B T$ ,

$h$  tetapan Planck dan  $k_B$  tetapan Boltzmann; pada suhu tinggi, tenaga ini mendekati nilai  $kT - h\nu/2$  yang tidak sama dengan  $k_B T$  seperti yang diberikan oleh mekanika klasik; supaya sesuai dengan nilai tersebut maka ada anggapan bahwa osilator mempunyai tenaga  $h\nu/2$  pada suhu nol mutlak yang disebut tenaga titik nol

(*zero point energy*)

**teorema adiabatik**

jika Hamiltonian sistem berubah dengan lambat dari  $H_0$  pada saat  $t_0$  ke  $H_1$  dan pada saat  $t_1 = t_0 + T$  sebagai akibat berubahnya  $H = H(t)$  dengan lambat selama selang waktu  $T$  yang besar itu maka suatu sistem yang mula-mula berada pada eigenkeadaan dari  $H_0$  dengan tenaga  $E_0$  akan berubah ke eigen keadaan yang sesuai dengan  $H_1$  melalui perubahan fase, dengan tenaga baru  $E_1$  yang merupakan perubahan malar (variasi kontinu) dari  $E_0$ , tanpa melalui loncatan

(*adiabatic theorem*)

**teorema Bell**

teorema yang menyatakan bahwa tak satupun dari teori peubah tersembunyi yang memenuhi syarat lokalitas Einstein mampu memberikan ramalan statistis yang secara lengkap sesuai dengan ramalan mekanika kuantum; khususnya terdapat hal-hal dari mekanika kuantum yang meramalkan pelanggaran ketaksamaan Bell

lihat: **asas lokalitas Einstein dan ketaksamaan Bell**

(*Bell's theorem*)

**teorema Bloch**

bila zarah berada dalam potensial yang periodik (misalnya dalam kristal) maka fungsi gelombang juga menjadi berkala (periodik);

(*Bloch theorem*)

**teorema penjumlahan (harmonik sferis)**

$|l m\rangle = \sum_{m_1 m_2} |m_1 m_2\rangle \langle m_1 m_2 | l m\rangle$ , harmonik sferis  $|l m\rangle = \psi_l^m(\theta, \phi)$  adalah hasil penjumlahan  $|l_1 m_1\rangle$  dan  $|l_2 m_2\rangle$  yang menyusun  $|m_1 m_2\rangle$

(*addition theorem for spherical harmonics*)



**teori bilangan-C***(C-number theory)*lihat: **teori medan listrik****teori Bohr**

teori struktur atom yang mempostulatkan (1) elektron dalam atom yang bergerak dalam salah satu dari sejumlah edaran pegun (orbit stationer) yang diperbolehkan (yang disebut edaran Bohr) yang berbentuk lingkaran, mengelilingi inti atom yang berbentuk titik dengan ruji edaran bernilai diskret (terkuantumkan) yang berlaku pada postulat pengkuantuman Bohr (2) pancaran atau serapan radiasi elektromagnet yang memenuhi kaidah frekuensi Bohr terjadi apabila elektron beralih dari satu edaran (orbit) Bohr tertentu ke edaran Bohr lainnya, masing-masing dengan aras tenaga yang pasti

lihat: **postulat pengkuantuman Bohr dan kaedah frekuensi Bohr**  
*(Bohr theory)*

**teori Bohr-Breit-Wigner***(Bohr-Breit-wigner theory)*lihat: **teori Breit-Wigner****teori Bohr-Sommerfeld**

modifikasi teori Bohr dengan edaran (orbit) lingkaran yang diperluas menjadi edaran elips dan postulat pengkuantuman Bohr yang diperluas menjadi postulat pengkuantuman Bohr-Sommerfeld

lihat: **teori Bohr; postulat pengkuantuman Bohr dan postulat pengkuantuman Bohr-Sommerfeld**

*(Bohr-Sommerfeld theory)***teori Breit-Wigner**

teori reaksi nuklir sebagai asal penurunan rumus Breit-wigner; juga disebut **teori Bohr-Breit-Wigner**

*(Breit-wigner theory)***teori medan klasik**

pengkajian agihan tenaga, zat, dan besaran fisika lain yang menyatakan bahwa sifat ketercatuan (keterkuantuman) adalah tidak penting, dan semua itu dapat dianggap sebagai fungsi tempat malar yang rumit; juga disebut **teori bilangan -c, mekanika malaran; fisika malaran**

*(classical field theory)*

### teori nisbian atom hidrogen

teori yang berdasarkan persamaan nisbian Dirac untuk elektron dalam medan potensial inti  $V(r) = -Ze^2/4\pi\epsilon_0 r$  yang menyajikan keadaan elektron dengan suatu spinor-4 Dirac  $\psi$  aras tenaga atom hidrogen menurut teori ini ialah

$$E = - \frac{z^2 \mu e^4}{(4\pi \sum_{n=0}^{\infty} 2 \hbar^2 n^2)} \left[ 1 + \frac{\alpha^2}{n} \left( 1 \frac{1}{J + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4n} \right) \right]$$

di sini  $\mu$  = massa tereduksi =  $mM/(m+M)$

$\alpha$  = tetapan struktur halus =  $e^2/4\pi \epsilon_0 \hbar c \times \frac{1}{137}$

$Z$  = muatan inti

$J_{+1/2}$  = bilangan kuantum pusa-sudut total = 1, 2, 3, ....., n

$n$  = bilangan kuantum utama = 1, 2, .....

(relativistic theory of hydrogen atom)

### teori perturbasi

(perturbation theory)

lihat: teori usikan

### teori usikan

metode penghampiran untuk menyelesaikan masalah sulit, jika persamaan yang harus diselesaikan hanya berbeda sedikit dari suatu masalah yang sudah terselesaikan; dalam mekanika kuantum misalnya, jika hamiltonan (pengandar tenaga)  $H = H_0 + \Delta H$ ,  $H_0$  sudah mempunyai penyelesaian dan  $\Delta H \ll H_0$

(perturbation theory)

### -tetap

#### tetapan fizika

besaran fizika yang mempunyai nilai numeris yang tetap

(physical constant)

#### tetapan Boltzmann

tetapan  $k_B$  yang muncul pada agihan Boltzmann yang besarnya =  $1,380656 \times 10^{-23} J/K$ ; tetapan ini juga muncul pada tenaga kinetik translasi rerata melekul gas dalam keseimbangan termal pada suhu  $T$  yang besarnya =  $3/2 k_B T$

lihat: agihan Boltzmann

(Boltzmann constant)

**tetapan Planck**

tetapan fisis dasar, kuantum aksi keunsuran, dan nilai banding tenaga foton terhadap frekuensinya, yang mempunyai nilai  $(6,62620 \pm 0,00005) \times 10^{-34}$  joule-sekon; lambangnya  $h$ ; juga disebut aksi kuantum  
(*Planck constant*)

**titik balik klasik**

titik tempat tenaga total sama dengan potensial, secara klasik zarah akan berhenti (tenaga geraknya nol) dan akan kembali ke kawasan yang tenaga potensialnya lebih rendah daripada tenaga total  
(*classical turning point*)

**transisi terizin**

(*allowed transition*)

lihat: alihan terizin

**transisi terlarang**

(*forbidden transition*)

lihat: alihan terlarang

**-tutup****ketertutupan eigenfungsi momentum**

dalam sistem lengkap eigenfungsi-momentum ortonormal, jumlahan ke semua momentum ( $k$ ) dari hasilkali konjugat kompleks suatu eigenfungsi-momentum pada posisi  $r^1$  dengan eigenfungsi-momentum yang sama pada posisi  $r$  harus sama dengan fungsi delta Dirac, jadi :

$$\sum_k U_k^* (r^1) U_k (r) = \delta (r^1 - r)$$

lihat: kaitan ketertutupan

(*closure of momentum eigenfunction*)

**ketertutupan eigenfungsi tenaga**

dalam sistem lengkap eigenfungsi-tenaga ortonormal, jumlahan ke semua tenaga ( $E$ ) dari hasilkali konjugat kompleks suatu eigenfungsi tenaga pada posisi  $r$  dengan eigenfungsi tenaga yang sama pada posisi  $r^1$  harus sama dengan fungsi delta Dirac, jadi:

$$\sum_E U_E (\vec{r}) U_E (\vec{r}^1) = \delta (\vec{r} - \vec{r}^1)$$

lihat: kaitan ketertutupan

(*closure of energy eigenfunction*)

## U

-ubah

### **perubahan adiabatik**

perubahan sistem yang mentaati teorema adiabatik

lihat: **teorema adiabatik**

(*adiabatic change*)

### **peubah kononis**

peubah  $q$  yang bersama dengan peubah konjugatnya  $p = \partial L / \partial q$  (misalnya komponen posisi  $x$  dan komponen pusa-garis  $P_x$  atau  $\theta$  dan pusa-sudut  $\varphi_0$ ) memenuhi persamaan gerak kanonis dan asas Hamilton, di sini  $L =$  fungsi Lagrange atau Lagrange-an (*canonical variables*)

### **ungkapan kurung**

ungkapan untuk menuliskan elemen matriks  $A$  antara keadaan  $a$  dan  $b$  sebagai  $\langle a|A|b\rangle$

(*bracket expression*)

### **unsur matriks pusa sudut**

$\int (\psi_a^m) L_i \psi_b^m d\eta$  atau  $\langle l m' | L_i | l m \rangle$  dalam caratulis

kurung (notasi braket),  $i = x, y,$  atau  $z$ ; dapat dihitung dari sifat pengandar tangga  $L_{\pm} = L_x \pm iL_y$  dan  $L_z$

lihat: **eigenfungsi pusa sudut, pengandar tangga pusa sudut**

(*angular momentum matrix element*)

**umur**

umur rerata keadaan teralatan (tereksitasi) sebelum mereras ke keadaan-keadaan yang lain; nilai umur berbanding terbalik dengan kementakan mereras, atau tetapan reras,  $\lambda$ , ke keadaan-keadaan yang lain  
(*lifetime*)

**usikan**

hamiltonan (pengandar tenaga)  $\Delta H$  ditambahkan pada hamiltonian sistem  $H_0$  ( $\Delta H \ll H_0$ )  
lihat: teori usikan  
(*perturbation*)

## V

### **vektor bra**

suatu vektor dengan lambang  $\langle \psi |$  yang setara dengan vektor baris dalam wakilan matriks yang mewakili keadaan suatu sistem kuantum di ruang Hilbert wakilan duaan (representasi dual); vektor ini merupakan duaan (dual) vektor ket

lihat: **vektor ket, ruang Hilbert**

*(bra vektor)*

### **vektor keadaan**

vektor di ruang Hilbert wakilan yang menampilkan keadaan sesuatu, sistem kuantum yaitu memuat informasi lengkap mengenai sistem; biasanya disajikan sebagai vektor ket Dirac  $|\psi\rangle$ ; dua vektor keadaan yang gayut linear mewakili keadaan kuantum yang sama; penampilan keadaan kuantum dengan vektor ini merupakan manifestasi asas superposisi dalam mekanika kuantum

lihat: **vektor ket**

*(state vector)*

### **vektor ket**

vektor yang setara dengan vektor lajur (kolom) dalam wakilan matriks; juga disebut vektor ruang

*(ket vektor)*

**vektor kur***(bra vector)*lihat: **vektor bra****vektor rung***(ket vector)*lihat: **vektor ket****vektor semu***(pseudovector)*lihat: **vektor sumbu****vektor sumbu**

vektor yang berubah tandanya bila kerangka acuannya mengalami alihragam (transformasi) dari kerangka atau sistem putar-kanan ke sistem putar-kiri; juga disebut vektor semu

*(axial vector)*

## W

### **wakilan matriks pusa sudut**

pusa sudut yang dinyatakan dalam matriks yang disusun oleh unsur-unsur matriks pusa sudut

lihat: **unsur matriks pusa sudut**

*(angular momentum matrix representation)*



## Z

### **zarah pemberondong**

zarah yang ditujukan ke arah lesan (target) sehingga membentuk suatu berkas yang mempunyai pusa garis (momentum linear) dan tenaga kinetik yang pasti dalam proses benturan; juga disebut zarah projektil

lihat: **benturan**

*(bombarding particle)*

### **zarah umban**

zarah yang diumbankan atau diberondongkan ke suatu lesan (susunan molekul, molekul, atom, atau inti atom) untuk mempelajari struktur lesan (target) tersebut dari peristiwa hamburan atau reaksi yang terjadi *(bombarding particles)*

## Indeks

### A

<i>action</i>	aksi
<i>action = reaction</i>	aksi = reaksi
<i>addition of angular momentum</i>	penjumlahan pusa (momentum) sudut
<i>addition theorem (for spherical harmonics)</i>	teorema penjumlahan (untuk harmonik sferis)
<i>adiabatic approximation</i>	hampiran adiabatik
<i>adiabatic change</i>	perubahan adiabatik
<i>adiabatic collision</i>	benturan adiabatik
<i>adiabatic interaction</i>	interaksi adiabatik
<i>adiabatic invariant</i>	invarian adiabatik; karan adiabatik
<i>adiabatic passage</i>	lewatan adiabatik
<i>adiabatic theorem</i>	teorema adiabatik
<i>adiabatic transition</i>	peralihan adiabatik
<i>adjoint matrix</i>	matriks alihletak sekawan
<i>adjoint operator</i>	pengandar (operator) alihletak sekawan; operator ajoin
<i>adjoint wave function</i>	fungsi gelombang alihletak seka- wan
<i>Aharanov-Bohm effect</i>	efek Aharanov-Bohm

<i>algebra, bra-ket</i>	aljabar kur-rung (bra-ket)
<i>allowed band</i>	pita terizin
<i>allowed state</i>	keadaan terizin
<i>allowed transition</i>	alihan terizin
<i>alpha decay</i>	pererasan alfa
<i>alpha particle scattering</i>	hamburan zarah alfa
<i>angular frequency</i>	frekuensi sudut
<i>angular momentum</i>	momentum sudut; pusa sudut
<i>angular momentum commutation relation</i>	hubungan balik-urut pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum conservation law</i>	hukum kekekalan pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum eigenfunction</i>	eigenfungsi pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum eigenstate</i>	eigenkeadaan pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum eigenvalue spectra</i>	spektrum eigennilai pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum ladder operator</i>	pengandar (operator) tangga pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum matrix element</i>	unsur matriks pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum matrix representation</i>	wakilan matriks pusa (momentum) sudut
<i>angular momentum of radiation</i>	pusa sudut sinaran
<i>angular momentum operator</i>	pengandar pusa (operator momentum) sudut
<i>angular momentum parity</i>	paritas pusa sudut
<i>angular momentum quantization</i>	pengkuantuman pusa sudut
<i>angular momentum quantum number</i>	bilangan kuantum pusa sudut
<i>angular momentum vector model</i>	model vektor pusa sudut
<i>anomalous giromagnetic ratio</i>	nisbah giromagnetik anomal
<i>anomalous Zeeman effect</i>	efek Zeeman anomal
<i>antibinding state</i>	keadaan lemah ikat
<i>anti-Hermitean</i>	anti-Hermitean
<i>antilinear</i>	antilinear

<i>antiiscreening</i>	anti cadar
<i>antisymmetrical state</i>	keadaan antisetangkup
<i>antisymmetry of wave function</i>	keantisetangkupan fungsi gelombang
<i>associated Laquerre polynomial</i>	sukubanyak Laquerre seiring
<i>associated legendre function</i>	fungsi legendre seiring
<i>asymmetry term</i>	suku ketaksetangkupan
<i>average value of observable</i>	nilai rerata amatan
<i>axial vector</i>	vektor sumbu
<i>azimuthal quantum number</i>	bilangan kuantum azimut

## B

<i>band structure</i>	struktur pita
<i>barrier penetration</i>	penembusan sawar
<i>base hets</i>	ruang dasar (ket basis)
<i>Bauer expansion</i>	pengembangan Bauer
<i>Bauer expansion formula</i>	rumus pengembangan Bauer
<i>Bauer formula</i>	rumus Bauer
<i>Bell's inequality</i>	ketaksamaan Bell
<i>Bell's theorem</i>	teorema Bell
<i>Bessel inequality</i>	ketaksamaan Bessel
<i>binding</i>	tenaga ikat
<i>blackbody radiation</i>	sinaran benda hitam; radiasi benda hitam
<i>black nucleus</i>	inti hitam
<i>Bloch theorem</i>	teorema Bloch
<i>Bohr-Breit-wigner theory</i>	teori Bohr-Breit-Wigner
<i>Bohr frequency rule</i>	kaidah frekuensi Bohr
<i>Bohr magneton</i>	magneton Bohr
<i>Bohr quantization postulates</i>	postulat pengkuantuman Bohr
<i>Bohr radius</i>	ruji Bohr
<i>Bohr-Sommerfeld quantization postulate</i>	postulat pengkuantuman Bohr Sommerfeld
<i>Bohr-Sommerfeld theory</i>	teori Bohr-Sommerfeld
<i>Bohr theory</i>	teori Bohr

<i>Boltzmann constant</i>	tetapan Boltzmann
<i>Boltzmann distribution</i>	agihan (distribusi) Boltzmann
<i>Boltzmann factor</i>	faktor Boltzmann
<i>Boltzmann statistika</i>	statistika Boltzmann
<i>bombarding particles</i>	zarah umban; zarah pemberondong
<i>Born amplitude</i>	amplitudo Born
<i>Born approximation</i>	hampiran Born
<i>Born interpretation</i>	penafsiran Born
<i>Born-oppenheimer approximation</i>	hampiran Born-Oppenheimer
<i>Born postulat/interpretation</i>	postulat Born; tafsiran Born
<i>Bose-Einstein condensation</i>	pengembunan Bose-Einstein
<i>Bose-Einstein distribution</i>	agihan Bose-Einstein
<i>Bose-Einstein statistics</i>	statistika Bose-Einstein; statistika BE
<i>boson</i>	boson
<i>bound state</i>	keadaan terikat
<i>box normalization</i>	penormalan kotak
<i>bra-ket algebra</i>	aljabar bra-ket
<i>bracket expression</i>	ungkapan kurung
<i>branching ratio</i>	nisbah mencabang
<i>bra space</i>	ruang kur (bra)
<i>bra vector</i>	vektor kur (bra)
<i>Breit Wigner formula</i>	rumus Breit-Wigner
<i>Breit-Wigner theory</i>	teori Breit-Wigner

## C

<i>canonical commutation relation</i>	hubungan balikurut kanonis
<i>canonical operators</i>	operator kanonis
<i>canonical quatization</i>	pengkuantuman kanonis
<i>canonical transformation</i>	alihragam kanonis
<i>canonical variables</i>	peubah kanonis
<i>cartesian coordinate</i>	koordinat Cartesius
<i>cartesian tensor</i>	tensor Cartesius
<i>causality</i>	sebab-akibat; kausalitas
<i>central-field approximation</i>	hampiran medan memuat
<i>centrifugal barrier</i>	sawar emparan
<i>centrifugal potential</i>	potensial emparan
<i>channel</i>	saluran
<i>characteristic equation</i>	persamaan watak
<i>characteristic function</i>	fungsi watak; fungsi karakteristik; fungsi peribadi
<i>characteristic solution</i>	penyelesaian watak
<i>charge density wave</i>	gelombang rapat muatan
<i>charge independence</i>	ketakbersandaran muatan
<i>chemical bond</i>	ikatan kimia
<i>classical approximation for orbital angular momentum</i>	had klasik momentum sudut edar

<i>classical approximation of simple harmonic oscillator</i>	had klasik pengayun selaras ratah
<i>classical approximation of wave packet</i>	had klasik bingkis gelombang
<i>classical doctrine</i>	doktrin klasik
<i>classical excluded/forbidden region</i>	kawasan larangan klasik
<i>classical field theory</i>	teori medan klasik
<i>classical limit</i>	had klasik
<i>classical limit for Coulomb scattering</i>	had klasik hamburan Coulomb
<i>classical limit for field measurement</i>	had klasik pengukuran medan
<i>classical limit or step potential</i>	had klasik potensial undak
<i>classical limit of quantum theory</i>	had klasik teori kuantum
<i>classical limit of Schrödinger equation</i>	had klasik persamaan Schrodinger
<i>classical radiation field</i>	medan penyinaran klasik
<i>classical radius of electron</i>	ruji klasik elektron
<i>classical region</i>	kawasan klasik
<i>classical turning point</i>	titik balik klasik
<i>Clebsch-Gordan series</i>	deret Clebsch-Gordan
<i>Clebsch-Gordan coefficients</i>	koefisien Clebsch-Gordan
<i>closure of energy eigenfunction</i>	ketertutupan eigenfungsi tenaga
<i>cloud chamber</i>	bilik kabut
<i>cloud chamber track</i>	jejak bilik awan
<i>c-number</i>	bilangan-c
<i>c-number theory</i>	teori bilangan-c
<i>cofactor</i>	kofaktor
<i>coherent states</i>	keadaan sederap
<i>collision</i>	benturan
<i>collision complex</i>	benturan rumit
<i>combination principle</i>	asas penggabungan
<i>commutation rule</i>	kaidah balikurutan
<i>commutative</i>	balikurut
<i>commutator</i>	pembalikurut
<i>commuting observables</i>	amatan balikurut



<i>complex atom</i>	atom rumit; atom kompleks
<i>conservation of momentum</i>	kekekalan pusa
<i>continuous energy states</i>	keadaan bertenaga malar
<i>continuum mechanics</i>	mekanika malaran
<i>continuum physics</i>	fisika malaran
<i>correlation amplitude</i>	amplitudo korelasi
<i>correspondence principle</i>	asas kebersesuaian
<i>Coulomb scattering amplitude</i>	amplitudo hamburan Coulomb

## D

<i>decay</i>	pererasan
<i>degeneracy of hydrogen atom</i>	kemerosotan atom hidrogen
<i>determinism</i>	determinism
<i>Dirac algebra</i>	aljabar Dirac
<i>Dirac delta function</i>	fungsi delta Dirac
<i>direct amplitude</i>	amplitudo langsung
<i>dynamical quantity</i>	besaran dinamis
<i>dynamical state</i>	keadaan dinamis
<i>dynamical symmetry of hydrogen atom</i>	kesetangkupan dinamis atom hidrogen

## E

*eigenfunction*

*eigenvalue equation*

*Einstein-Bose statistics*

*Einstein locality principle*

*electric/magnetic dipole  
transition*

*electron transition*

*entrance channel*

*even state*

*exchange amplitude*

*exchange collision*

*exclusion principle*

*exit channel*

*exited state*

*expansion chamber*

eigenfungsi

persamaan eigennilai

statistika Einstein-Bose

asas lokalitas Einstein

alihan dwikutub (elektrik/mag-  
netik)

peralihan elektron

salur masuk

keadaan genap

amplitudo pertukaran

benturan pertukaran

asas larangan

salur keluar

keadaan teralan

bilik pemuai (ekspansi)

## F

<i>Fermi-Dirac statistics</i>	statistika Fermi-Dirac
<i>field emission</i>	pancaran medan
<i>finite translation</i>	alihanjak anta
<i>fog track</i>	jejak kabut
<i>forbidden band</i>	pita terlarang
<i>forbidden transition</i>	transisi terlarang; alihan terlarang
<i>free paticle state</i>	keadaan zarah bebas
<i>frequency</i>	frekuensi
<i>fundamental commutation relation</i>	hubungan balikurutan pokok

## G

*Gaussian/Kennard wave packet*

*good quantum number*

*ground state*

*ground state of hydrogen atom*

*gyromagnetic ratio*

bingkis gelombang; Gauss/Kennard

bilangan kuantum baik

keadaan dasar

keadaan dasar atom hidrogen

nisbah giromagnetik

## H

<i>harmonic oscillation quantum number</i>	bilangan kuantum pengayun se- laras
<i>Heisenberg algebra</i>	aljabar Heisenberg
<i>helium energy levels</i>	aras tenaga helium
<i>hydrogen atom in parabolic coordinates</i>	atom hidrogen dalam koordinat parabola
<i>hydrogen energy level</i>	aras tenaga hidrogen
<i>hydrogen-like atom</i>	atom bakhidrogen
<i>hydrogen quantum number</i>	bilangan kuantum hidrogen

## I

*identity transformation*  
*inelastic collision*  
*infinitesimal translation*  
*infrared catastrophe*  
*intermediate state*  
*intrinsic angular momentum*

alihragam identitas  
benturan taklenting  
alihanjak ananta-kecil  
bencana inframerah  
keadaan menengah  
pusa (momentum) sudut hakiki  
(intrinsik)

## **K**

*Ket state*  
*Ket vector*

keadaan ket  
vektor ket; vektor rung



## L

*laser*

*Legendre equation*

*Legendre function*

*Lie algebra*

*lifetime*

*linear operator*

*localized state*

*Lorentzian line shape*

laser

persamaan Legendre

fungsi legendre

aljabar Lie

umur

pengandar (operator) linear

keadaan setempat

bentuk garis lorentz

## M

<i>macroscopic scale limit</i>	batas skala makroskopik
<i>magnetic quantum number</i>	bilangan kuantum magnetik
<i>magnetogyric ratio</i>	nisbah magnetogirik
<i>magnetomechanical ratio</i>	nisbah magneto-mekanis
<i>Maxwell-Boltzmann distribution</i>	agihan Maxwell-Boltzmann
<i>metastable state</i>	keadaan metamantap
<i>minimum uncertainty wave pocket</i>	bingkisan gelombang berketakpastian minimum
<i>mixed state</i>	keadaan tercampur
<i>molecular rotational and vibrational quantum number</i>	bilangan kuantum putaran dan getaran molekul
<i>Morse potential</i>	potensial Morse
<i>multipole radiation</i>	sinaran kutub banyak
<i>muonic atom</i>	atom muonik

## N

*NMR*

*(non) radiative transition*

*nonstationary state*

*normalization*

*nuclear magnetic resonance*

resonans (saluran) magnet inti  
(nuklir)

alihan (tak) menyinar

keadaan takpegun

penormalan

talunan magnet inti

## O

*odd state*

*operator*

*orbital angular momentum*

*orbital parity*

*orbital quantum number*

*ortho-state*

keadaan gasal

pengandar (operator)

pusa sudut edaran

paritas edaran

bilangan kuantum edaran/orbit

orto keadaan

## P

*parabolic quantum number*

*para state*

*partial wave amplitude*

*partial wave analysis*

*Pauli algebra*

*pauli-fermi principle*

*Pauli exclusion principle*

*perturbation*

*perturbation theory*

*phase space*

*phase transformation*

*physical constant*

*Planck's constant*

*polarizability of hydrogen atom*

*principal quantum number*

*principle of indistinguishability*

*principle of microcausality*

*probability amplitude*

*probability density*

*pseudovector*

bilangan kuantum parabolik

keadaan para

amplitudo gelombang panggu

analisis gelombang panggu

aljabar Pauli

asas pauli-fermi

asas perkecualian Pauli

usikan

teori usikan; teori perturbasi

ruang fase

alihragam fase

tetapan fisika

tetapan Planck

kekutuban atom hidrogen

bilangan kuantum utama

asas ketakterbedaan

asas mikrokausalitas

amplitudo kementakan

rapat peluang; rapat kementakan

vektor semu

## Q

*quantum mechanical operator*

*quantum number*

*quantum of action*

*quantum state*

*quantum statistics*

*quasi stationary state*

pengandar (operator); mekanika kuantum

bilangan kuantum

kuantum tindakan; kuantum aksi

keadaan kuantum

statistika kuantum

keadaan pegun semu

## R

<i>radial quantum number</i>	bilangan kuantum meruji
<i>radioactive decay</i>	pererasan radioaktif
<i>radioactive disintegration</i>	peluruhan radioaktif
<i>radioactive transformation</i>	alihragam radioaktif
<i>radioactivity</i>	radioaktivitas
<i>rearrangement collision</i>	benturan atur ulang
<i>relativistic theory of hydrogen atom</i>	teori nisbian atom hidrogen
<i>resonance</i>	talunan (resonans)
<i>resonance absorption</i>	serapan talunan
<i>rotational spectra</i>	spektrum putaran
<i>Russel-Saunders coupling</i>	sambatan Russel-Saunders
<i>Rutherford scattering</i>	hamburan Rutherford

## S

*scalar potential*  
*scattering amplitude*  
*scattering asymmetry*  
*Schroedinger-Pauli aquation*  
*selection rules*  
*single particel state*  
*space quantization*  
*spherical Bessel function*  
*spin quantum number*  
*spin angular momentum*  
*spinor*  
*state function*  
*state sum*  
*state vector*  
*stationary state*  
*Stern-Gerlach experiment*  
*stimulated absorption*  
*stimulated emission*  
*strictily forbidden transition*  
*sudden approximation*  
*symmetrical state*

potensial skalar  
amplitudo hamburan  
ketaksetangkupan hamburan  
persamaan Schrodinger-Pauli  
kaidah seleksi  
keadaan zarah tunggal  
pengkuantuman ruang  
fungsi Bessel sferis  
bilangan kuantum spin  
pusa sudut spin  
spinor  
fungsi keadaan  
jumlah kekeadaan  
vektor keadaan  
keadaan pegun  
percobaan Stern-Gerlach  
penyerapan terangsang  
pancaran terangsang  
alihan terlarang keras  
hampiran mendadak  
keadaan setangkup



## T

<i>Thomas-Fermi equation</i>	persamaan Thomas-Fermi
<i>time dependent Born approximation</i>	hampiran Born gayut waktu
<i>time independent Born approximation</i>	hampiran Born bebas waktu
<i>total angular momentum</i>	pusa sudut total
<i>total angular momentum quantum number</i>	bilangan kuantum momentum sudut total
<i>transition</i>	alihan
<i>transition amplitude</i>	amplitudo alihan
<i>transition probability</i>	kementakan (probabilitas) alihan
<i>translated state</i>	keadaan teralihanjak
<i>translation</i>	alihanjak
<i>translation operator</i>	operator alihanjak
<i>transmission coefficient</i>	koefisien penerusan
<i>tunnel effect</i>	efek terowongan

## U

*unbound state*

keadaan tak-terikat

## V

*variational method*

*vibrational spectra*

*vibrational quantum number*

metode variasi

spektrum getaran

bilangan kuantum getaran

**Z**

*zero point energy*

tenaga titik nol

PERPUSTAKAAN SEKRETARIAT DITJEN BUD
Nb. INDUK
TGL. CATAT.!

## SERI KAMUS ILMU DASAR

diterbitkan menurut empat bidang: Matematika, Fisika, Biologi, dan Kimia. Seri Kamus Fisika berangsur-angsur diterbitkan dalam jilid-jilid yang berikut.

- Jilid:
1. Mekanika (01—F)
  2. Bahang dan Termodinamika (02—F)
  3. Elektromagnetika (03—F)
  4. Akustika dan Optika (04—F)
  5. Fisika Modern (05—F)
  6. Fisika Atom (06—F)
  7. Mekanika Kuantum (07—F)
  8. Fisika dan Teknologi Nuklir (08—F)
  9. Fisika Optika Serat dan Laser (09—F)
  10. Fisika Zadat (10—F)
  11. Fisika Tenaga Tinggi (11—F)

Perpustakaan  
Jenderal

53