



KAMUS FISIKA TEORI KENISBIAN KHUSUS

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

Direktorat
Kebudayaan

TIDAK DIPERDAGANGKAN UNTUK UMUM



KAMUS FISIKA TEORI KENISBIAN KHUSUS

Liek Wilardjo
Sumartono Prawirosusanto
Dr. Hans Lapoliwa
Dra. Hartini Supadi

**PUSAT PEMBINAAN DAN PENGEMBANGAN BAHASA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JAKARTA
1994**

**KAMUS FISIKA
TEORI KENISBIAN**

Penyusun

Dr. Liek Wilardjo
Dr. Sumartono Prawirosusanto
Dr. Hans Lapoliwa
Dra. Hartini Supadi

Pembina Proyek

Dr. Hasan Alwi

Pemimpin Proyek

Dr. Edwar Djamaris

Penyunting

Dra. Hartini Supadi

Pembantu Teknis

Sartiman

Radiyo

ISBN : 979.459.256.0

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

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 penelitian, tenaga ahli, dan masyarakat umum, naskah hasil penelitian dan penyusunan para ahli diterbitkan dengan biaya proyek ini.

Kamus Fisika: Teori Kenisbian ini merupakan salah satu jilid dalam seri kamus ilmu dasar yang mencakupi bidang matematika, fisika, kimia, dan biologi. Tata istilah setiap bidang ilmu akan diterbitkan menurut subbidangnya dengan kumpulan butir naskah yang komprehensif. Setelah subbidang selesai diolah, direncanakan penerbitan empat kamus yang menyeluruh untuk setiap bidang itu.

Saya ingin menyatakan penghargaan kepada Dr. Liek Wilardjo, Sumartono Prawirosusanto, Dr. Hans Lapoliwa, Dra. Hartini Supadi, yang telah berjasa menyumbangkan tenaga dan pikiran mereka dalam usaha mengembangkan bahasa keilmuan Indonesia

dan pemerataannya lewat terbitan ini.

Ucapan terima kasih juga ingin saya sampaikan kepada Dr. Edwar Djamaris (Pemimpin Proyek 1993/1994), Drs. Abdul Murad (Sekretaris Proyek), Drs. Suhadi (Bendaharawan Proyek), Sdr. Sartiman, Sdr. Radiyo, dan Sdr. Sunarko (staf Proyek) yang telah mengelola penerbitan buku ini.

Jakarta, Januari 1994

Dr. Hasan Alwi

PRAKATA

Sebenarnya kamus yang semula hendak disusun ialah *Kamus Teori Kenisbian Khusus (Dictionary of The Special Theory of Relativity)*, tetapi jumlah entrinya ternyata tidak memadai untuk dijadikan satu kamus tersendiri. Karena itu, kedua ko- penyusun menambahkan istilah-istilah *Teori Kenisbian Rampat (General Theory of Relativity)* yang dengan sendirinya mencakup pula *Teori Medan Gravitasi (Gravitational Field Tehory)*. Maka jadilah kamus ini, *Kamus Fisika: Teori Kenisbian*.

Lambang-lambang dan besaran matematika tidak dapat dihindarkan dari kamus ini. Lambang-lambang besaran fisika-matematika ini ditulis dalam notasi yang lazim sehingga para pemakai kamus ini yang memiliki latar pendidikan serendah-rendahnya sampai aras S₁ di bidang ini akan dapat memahaminya.

Entri kamus ini disusun menurut abjad berdasarkan huruf pertama kata dasarnya, kecuali bila akta dasar itu telah terangkai dengan bentuk penggabung (*combining form*) seperti *nir*, *mikro*, *infra*, dsb. Dalam hal ini, huruf pertama bentuk penggabung itulah yang dipakai sebagai dasar penyusun menurut abjad.

Takrif (definisi) hanya diberikan sekali, yakni di bawah istilah yang diutamakan (*preferred terms*). Takrif istilah yang diselangkan (*alternated terms*) dan istilah yang sedang dipersaingkan dengan istilah yang diutamakan dan diselangkan, diacu ke entri istilah yang diutamakan. Bila pilihan para pemakai telah jelas kelak, istilah yang dijauhkan (*deprecated terms*) itu akan dibuang dalam edisi yang akan datang.

Para pemakai yang berbekal istilah dalam bahasa Inggris dapat mencari padanan istilah itu dalam bahasa Indonesia dalam indeks di bagian belakang kamus ini, sebelum mencari maknanya di bawah padanan utamanya.

Para ko-penyusun dan penyunting seri kamus ini mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Hasan Alwi, Kepala Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa, yang telah melibatkan kami dalam kegiatan Panitia Kerja Sama Kebahasaan (Pakersa) dan dalam sidang Majelis Bahasa Brunei Darussalam-Indonesia Malaysia (Mabbim) yang membuahkan entri dan padanan Indonesia yang kemudian, dengan dukungan Kepala Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa pula, kami lengkapi dengan takrifnya menjadi kamus ini. Kamus ini disusun dengan dukungan dana penyusunan Bagian Proyek Pembinaan Bahasa dan Sastra Indonesia tahun 1992/1993 di bawah pimpinan Dr. Edwar Djamaris. Ucapan terima kasih secara khusus ditujukan kepada Dra. Hartini Supadi, yang telah menyiapkan naskah kamus ini sampai ke bentuk siap cetak.

Tanggung jawab akhir atas rancangan umum kamus ini serta catat dan kekurangannya, setidak-tidaknya di luar salah cetak, ada pula penyunting seri dan para penyusun.

Jakarta, Januari 1994

Liek Wilardjo
Penyunting Seri

A

aberasi

(*abberation*)

lihat: **lanturan**

aberasi cahaya

(*light aberration*)

lihat: **lanturan cahaya**

aberasi cahaya bintang

aberasi cahaya yang datang dari bintang; lihat: **lanturan**

(*aberration of starlight*)

aberasi cahaya Bradley

(*Bradley aberration of light*)

lihat: **lanturan cahaya**

alam semesta kosong

suatu model khusus yang bersesuaian dengan ruang rata, yang secara praktis kosong dari materi atau radiasi, yaitu ruang Euklides yang praktis kosong

(*empty Universe*)

alam semesta memuai

suatu model alam semesta yang didasarkan pada persamaan medan Einstein dengan tetapan kosmis yang tidak nol, yang memberikan proses yang didefinisikan dalam definisi astronomis bahwa alam semesta tidak rihat, serbasama, dan isotrop

(*expanding universe*)

alihragam balik

alihragam koordinat (ruang-waktu) yang mengembalikan koordinat (ruang-waktu) teralihragam ke nilai-nilainya yang semula; kalau dalam notasi matriks $a' = T_{\mu\nu}a_\nu$, maka alihragam balik, yang diwakili matriks $= T_{\mu\nu}^{-1}$, akan memberikan

$$T_{\mu\nu}^{-1}a'_\nu = a_\mu$$

atau $T_{\mu\nu}T_{\nu\lambda}^{-1} = \delta_{\mu\lambda}$
(*transformation, inverse*)

alihragam berturutan

alihragam yang dikenakan secara berturutan pada suatu sistem koordinat; alihragam Lorentz $x_\mu = L_{\mu\nu}x'_\nu$ dari sistem $O(x, y, z, t)$ yang riuhat ke sistem $O'(x', y', z', t')$ yang bergerak dengan kecepatan v_1 pada arah sumbu x , yang diikuti oleh alihragam Lorentz $x'' = L_{\mu\nu}x'_\nu$ dari sistem $O'(x', y', z', t')$ ke sistem $O''(x'', y'', z'', t'')$ yang bergerak nisbi terhadap sistem $O'(x', y', z', t')$ itu dengan kecepatan v_2 pada arah sumbu z' ialah

$$x''_\lambda = L_{\lambda\mu}L_{\mu\nu}x'_\nu$$

atau

$$\begin{pmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \\ jct'' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y & 0 & 0 & j\beta_1\gamma_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -j\beta_1\gamma_1 & 0 & 0 & \gamma_1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 & j\beta_2\gamma_2 \\ 0 & 0 & -j\beta_2\gamma_2 & \gamma_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ jct \end{pmatrix}$$

di sini $\gamma_1 = 1/\sqrt{1 - \beta_1^2}$ dengan $\beta_1 = v_1/c$

dan $\gamma_2 = 1/\sqrt{1 - \beta_2^2}$ dengan $\beta_2 = v_2/c$,
sedang c = kecepatan cahaya
(*successive transformation*)

alihragam gabungan

alihragam dari sistem S ke sistem S'' adalah juga alihragam Lorentz khusus dengan parameter alihragam diberikan oleh

$$V = \frac{v_1}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

bila v_1 adalah kecepatan sistem S' terhadap S dan v_2 adalah kecepatan S'' terhadap S' ; persamaan di atas juga mengungkapkan hukum penjumlahan kecepatan-kecepatan nisbian yang sejajar (*composite transformation*)

alihragam Galileo

1 alihragam koordinat dan waktu dari suatu kerangka acuan lembam $O(x,y,z)$ ke kerangka acuan lembam lain $O'(x',y',z',t')$, yang bergerak nisbi terhadap yang pertama dengan kecepatan v dan mengkarar-bentuk hukum Newton $F = ma$, yakni, untuk v yang sejajar sumbu x ,

$$\begin{aligned}x' &= x - vt \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= t\end{aligned}$$

2 lihat: persamaan alihragam klasik (*Galilean transformation*)

alihragam kanonis

(*canonical transformation*)

alihragam kecepatan klasik

penyajian kecepatan yang diacu pada suatu sistem koordinat baru, dinyatakan dengan penyajian kecepatan dalam koordinat lama, yang dalam koordinat siku-siku diberikan oleh persamaan

$$\begin{aligned}U_x &= U_x - V_x \\U_y &= U_y - V_y \\U_z &= U_z - V_z;\end{aligned}$$

di sini U_x , U_y , dan U_z adalah komponen kecepatan dalam K' (koordinat baru), U_x , U_y , dan U_z adalah komponen dalam K (koordinat lama), dan V_x , V_y , dan V_z adalah komponen kecepatan nisbi K' terhadap K (*classical velocity transformation*)

alihragam kecepatan nisbian

hubungan antara komponen-komponen kecepatan U sebuah benda di kerangka rihat seorang pengamat dan komponen-komponen kecepatan U' benda yang sama di kerangka yang bergerak dengan kecepatan V terhadap pengamat itu, yakni :

$$U_x = (U_x - V)/[1 - (VU_x/c^2)]$$

$$U_y = U_y/\gamma[1 - (VU_x/c^2)]$$

$$U_z = U_z/\gamma[1 - (VU_x/c^2)]$$

Jika v pada arah sumbu x ;

di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ dan $\beta = v/c$, sedang c = kecepatan cahaya
(*relativistic velocity transformation*)

alihragam koordinat

proses matematis atau grafis untuk memperoleh himpunan koordinat yang berubah dengan melakukan beberapa kendaran taksingular terhadap sumbu-sumbu koordinat, seperti misalnya memutar atau menggesernya
(*coordinate transformation*)

alihragam koordinat Galileo

(*coordinate transformations, Galilean*)

lihat: persamaan alihragam Galileo

alihragam koordinat Lorentz

persamaan alihragam yang diberikan oleh

$$\begin{aligned} x^1 &= \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \\ y^1 &= y \\ z^1 &= z \\ t^1 &= \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \end{aligned}$$

antaraa sistem koordinat K^1 yang bergerak dengan laju v pada arah sumbu x dari koodinat K , dan sistem koordinat K ; di sini c adalah kecepatan cahaya

(*coordinate transformations, Lorentz*)

alihragam koordinat ortogonal*(orthogonal coordinate transformations)*

lihat: alihragam koordinat renjang

alihragam koordinat rampat

1 alihragam koordinat dan pusa rampat takgayut q_i, p_i ke seperangkat koordinat dan pusa rampat baru Q_i, P_i , menurut seperangkat persamaan serempak

$$Q_i = Q_i(q, p, t)$$

yang memberikan Hamiltonian $K(Q, P, T)$ dalam sistem koordinat (dan pusa) rampat baru, sehingga persamaan Hamilton

$$Q_i = \partial K / \partial P_i \text{ dan } P_i = -\partial K / \partial Q_i;$$

tetap berlaku dalam sistem koordinat yang baru; disebut juga alihragam kanonis; 2 alihragam ruang-waktu sebarang dari suatu sistem koordinat Galileo ke suatu sistem koordinat Gaussian rampat

*(coordinate transformations, general)***alihragam koordinat renjang**

alihragam dari suatu sistem koordinat siku-siku ke sistem koordinat siku-siku yang lain yang tidak mengubah vektor ruji, alihragam ini dapat ditulis dengan persamaan

$$x^i = Ax,$$

asalkan unsur-unsur matriks alihragam A , yakni a_{ij} , memenuhi syarat

$$\sum a_{ij} a_{ik} = \delta_{jk},$$

dengan $\delta_{jk} = 1$ jika $j = k$

$$= 0 \text{ jika } j \neq k;$$

disebut juga **alihragam koordinat ortogonal**

*(coordinate transformation, orthogonal)***alihragam koordinat sembarang**

transformasi (alihragam) dari suatu sistem koordinat Galileo-an ke suatu sistem koordinat Gauss-an rampat yang sebarang, dengan syarat bahwa tensor metrik $g_{\mu\nu}$ dari kontinum

ruang-waktu harus mempunyai determinan $g_{\mu\nu}$ yang bernilai negatif; syarat ini harus dipenuhi oleh $g_{\mu\nu}$ agar mereka menyajikan sistem koordinat yang dapat direalisasikan oleh benda-benda fisis nyata

(*arbitrary coordinate transformation*)

alihragam koordinat taklinear

fungsi T yang didefinisikan dalam ruang vektor E dan mempunyai nilai-nilai di ruang vektor lainnya pada medan yang sama sedemikian rupa, sehingga kalau f dan g adalah vektor-vektor di E dan c suatu skalar, maka

$$T(f + g) = Tf \neq Tg, \text{ dan} \\ T(cf) \neq c(Tf);$$

vektor-vektor f dan g itu dinyatakan dalam komponen-komponennya pada arah sumbu-sumbu koordinat

(*nonlinear coordinate transformation*)

alihragam linear

fungsi T yang didefinisikan dalam suatu ruang vektor E dan mempunyai nilai dalam ruang vektor lain pada medan yang sama sedemikian rupa, sehingga jika f dan g adalah vektor dalam E dan c suatu skalar, maka $T(f + g) = Tf + Tg$ dan $T(cf) = cTf$; juga disebut alihragam serbasama atau fungsi/pengandar linear (*linear transformation*)

alihragam Lorentz ananta kecil

alihragam yang dinyatakan oleh rumus

$$x_1^1 = a_{ik}x_k,$$

$$\text{dengan } a_{ik} = \delta_{ik} + \Sigma_{ik} \text{ dan } \Sigma_{ik} \ll 1$$

a_{ik} adalah koefisien alihragam vektor-empat, sedang δ_{jk} adalah lambang delta Kronecker

(*infinitesimal Lorentz transformation*)

alihragam Lorentz khusus

alihragam Lorentz dari kerangka $O(x,y,z,t)$ ke kerangka $O'(x',y',z',t')$, dengan kecepatan nisbi v antara kedua kerangka

acuan itu sejajar dengan salah satu sumbu ruang; misalnya jika v sejajar sumbu x , maka

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ jct' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma & 0 & 0 & j\beta\gamma \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -j\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ jct \end{pmatrix}$$

di sini $\beta = v/c$, $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, dan $j = \sqrt{-1}$, sedang c adalah kecepatan cahaya
(Lorentz transformation, special)

alihragam Lorentz rampat

alihragam Lorentz dari kerangka O' (x', y', z', t'), dengan kecepatan nisbi v antara kedua kerangka acuan itu tidak sejajar dengan salah satu sumbu koordinat; kalau v_1 , v_2 dan v_3 adalah komponen-komponen v pada arah sumbu x , y , dan z , maka :

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ jct' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_1 & j\beta_1\gamma_1 \\ 0 & 0 & -j\beta_1\gamma_1 & \gamma_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_2 & 0 & -j\beta_2\gamma_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -j\beta_2\gamma_2 & 0 & \gamma_2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \gamma_3 & 0 & 0 & -j\beta_3\gamma_3 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -j\beta_3\gamma_3 & 0 & 0 & \gamma_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ jct \end{pmatrix}$$

di sini $\beta_i = V_i/c$, $\gamma_i = 1/\sqrt{1 - \beta_i^2}$ $< i = 1, 2, 3 >$,
 $c =$ kecepatan cahaya, dan $j = \sqrt{-1}$

(Lorentz transformation, general)

Alihragam Lorentz takwajar

(improper Lorentz transformation)

lihat: alihragam Lorentz wajar

alihragam Lorentz wajar

alihragam Lorentz yang dapat diwakili oleh pengandar (opera-

tor) ortogonal dengan determinan $+1$; kalau sistem koordinat asli adalah sistem putar-kanan (artinya pemutaran 90° ke kanan sekeliling sumbu z akan membawa sumbu x ke kedudukan semula sumbu y , pemutaran 90° ke kanan sekeliling sumbu x akan membawa sumbu y ke kedudukan semula sumbu z , dst.) maka sistem koordinat teralih-ragam juga sistem putar-kanan; jadi alihragam ini tidak mencakup alihragam yang membalik arah satu atau tiga di antara keempat sumbu koordinat x, y, z dan t , yang disebut **alihragam Lorentz takwajar** (*Lorentz transformation, proper*)

alihragam malar

1 alihragam koordinat yang diperoleh dari alihragam *identitas* ($K \rightarrow K$) dengan putaran *malar* sumbu-sumbu koordinat itu; 2 alihragam yang dapat diperoleh dari alihragam identitas ($K \rightarrow K$) dengan perputaran malar sumbu-sumbunya; determinan matriks alihragam ini $+1$; juga disebut **alihragam wajar** (*continuous transformation*)

alihragam malar

alihragam yang dapat diperoleh dari alihragam identitas ($K \rightarrow K$) dengan perputaran malar sumbu-sumbunya; determinan matriks alihragam ini $+1$; juga disebut **alihragam wajar** (*transformation, continuous*)

alihragam nisbian

(*relativistic transformation*)

lihat: **alihragam Lorentz dan penambahan kecepatan**

alihragam ortogonal

alihragam dari suatu kerangka acuan renjang (ortogonal) ke kerangka acuan baru yang diperoleh dari yang lama dengan alih-hanjak (translasi) titik-asalnya dan/atau putaran (rotasi) kerangka itu mengelilingi sumbu tertentu yang melalui titik asalnya

(*orthogonal transformation*)

alihragam ortogonal linear

alihragam koordinat x_2 dalam kerangka acuan K ke koordinat x_k dalam kerangka acuan K' yang memenuhi persamaan

$$x'_k = a_{kl}x_l$$

dengan syarat $a_{kl}a_{km} = \delta_{lm}$;

di sini a_{kl} ialah unsur matriks alihragam itu, δ_{lm} delta Kronreker yang nilainya 1(0) bila $l = m$ ($l \neq m$), dan perjanjian penjumlahan Einstein berlaku; juga disebut **transformasi ortogonal linear**

(*linear orthogonal transformation*)

alihragam paduan

kalau alihragam Lorentz dari kerangka K ke kerangka K' berparameter kecepatan nisbi v_1 ($v_1, 0, 0$), dan alihragam Lorentz dari kerangka K' ke kerangka K'' berparameter kecepatan nisbi v_2 ($v_2, 0, 0$), maka alihragam Lorentz dari kerangka K ke kerangka K'' berparameter kecepatan nisbi v yang memenuhi rumus penambahan kecepatan:

$$V = (v_1 + v_2) / [1 + (v_1 v_2 / c^2)]$$

(*transformation, composite*)

alihragam pusa

alihragam pusa ρ dari satu kerangka-acuan lembam ke kerangka-acuan lembam lain yang bergerak nisbi terhadap yang pertama dengan kecepatan v , yang dapat diperoleh dari alihragam Lorentz pusa-empatnya, yakni $\rho_{\mu\alpha} = L_{\mu\nu}v$, atau

$$\begin{pmatrix} p'_1 \\ p'_2 \\ p'_3 \\ j\frac{E}{c} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma & 0 & 0 & -j\beta\gamma & p_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -j\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma & \frac{E}{c} \end{pmatrix}$$

kalau $p = mv = xp_x = xmv_x$; di sini

$p_1 = \gamma p_x$ dan $E = \gamma \mu_0 c^2 =$ tenaga nisbian total, sedang $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ dengan $\beta = v/c$, $m_0 =$ massa rihat, dan $c =$ kecepatan

cahaya
(*transformation of momentum*)

alihragam ruang-waktu
(*space-time transformation*)
lihat: **alihragam Lorentz**

alihragam serbasama
(*homogeneous transformation*)
lihat: **alihragam linear**

alihragam superluminal
alihragam yang melibatkan kecepatan-kecepatan yang melebihi kecepatan cahaya c , yang memberikan hasil tak-fisis
(*superluminal transformation*)

alihragam takmalar
alihragam yang menyangkut pantulan sumbu-sumbu koordinat, termasuk pembalikan waktu, mungkin takmalar, terutama yang menyangkut cacah gasal pantulan, dalam arti alihragam tersebut tidak dapat diperoleh dari alihragam identitas dengan putaran sumbu malar
(*discontinuous transformation*)

alihragam takwajar
alihragam yang menyangkut 'pantulan' sumbu-sumbu koordinat n kali dengan n suatu bilangan gasal, yang tak malar dalam pengertian tidak dapat diperoleh dari alihragam identitas dengan putaran sumbu-sumbu malar; lihat: **alihragam takmalar**
(*improper transformation*)

alihragam tolok
penambahan landai (gradien) suatu fungsi ruang dan waktu ψ pada potensial vektor magnetik A , jadi
 $A \rightarrow A + \text{grad } \psi$,
dan penambahan lawan turunan panggu fungsi yang sama terhadap waktu, dibagi kecepatan cahaya c , pada potensial skalar elektrik ϕ , jadi

$$\phi \rightarrow \phi - \frac{\partial \psi}{c \partial t}$$

prosedur ini menghasilkan potensial-potensial yang berbeda, tetapi memberikan medan magnetik dan medan elektrik yang tak berubah

(*gauge transformation*)

alihragam wajar

alihragam sistem koordinat yang tidak mengubah arah putaran (kanan atau kiri) sistem itu; dengan kata lain, kalau sistem koordinat asli adalah sistem putar kanan, maka sistem koordinat teralihragam juga sistem putar kanan

(*transformation, proper*)

-amat

pengamat

1 orang yang melakukan pengamatan dan/atau pengukuran terhadap gejala atau peristiwa tertentu, atau kerangka acuan dari mana pengamatan/pengukuran itu dilakukan; 2 orang/peranti yang mengamati peristiwa/gejala, dan mengukur besaran-besaran penting dalam peristiwa itu yang penad (relevan) dengan tujuan pengamatannya

(*observer*)

pengamat tercepatkan seragam

pengamat yang bergerak dengan percepatan tetap

(*uniformly accelerated observer*)

amatan

besaran atau entitas yang terukurkan dalam ilmu fisis; dalam mekanika kuantum, amatan disajikan dengan atau diwakili oleh matriks (dalam mekanika matriks) atau, alternatifnya, dengan pengandar/operator (dalam mekanika gelombang)

(*observable*)

anihilasi partikel

(*annihilation of particles*)

lihat: pemusnahan zarah

antah-berantah

kawasan di luar kerucut cahaya dalam ruang-waktu Minkowski, tempat tiadanya hubungan kewaktuan
(*elsewhere*)

aphelion

titik terjauh dari matahari dalam peredaran suatu planet
(*aphelion*)

arus empat

(*four-current*)

lihat: **rapat arus-empat**

asas cermin magnet

kalau medan magnet yang seragam mengisi ruang silindris sejajar dengan sumbunya, dan di ujung dan pangkalnya medan magnet itu menguncup dan menguat, maka zarah bermuatan di dalamnya akan melakukan gerak pilin ke ujung silinder itu dan kemudian terpantul sehingga berpilin ke arah pangkal silinder tersebut dan di sana pun ia akan terpantul kembali; maka zarah bermuatan itu akan berpilin maju dan mundur antara pangkal dan ujung medan magnet itu, seperti sinar yang terpantul bolak-balik antara dua cermin; asas cermin magnet dapat dipakai untuk mengungkung plasma pada suhu sangat tinggi
(*principle of magnetic mirror*)

asas dualitas

(*duality principle*)

lihat: **dualitas zarah-gelombang**

asas karanan bentuk

(*principle of covariance*)

lihat: **asas kenisbian khusus; asas kenisbian rampat;**

asas kebersesuaian dalam kenisbian

asas bahwa mekanika nisbian mempunyai had klasik yang setara dengan mekanika klasik (Newtonan); juga disebut asas korespondens

asas kekararan

dalam kenisbian rampat, asas bahwa hukum-hukum gerak adalah sama dalam semua kerangka acuan, baik yang lemban maupun yang dipercepat; juga disebut **prinsip invarians** (*invariance principle*)

asas kekararan bentuk

(*principle of covariance*)

lihat: **prinsip kovarians**

asas kenisbian

(*principle of relativity*)

lihat: **postulat kenisbian**;

asas kenisbian Einstein

asas bahwa semua hukum fisika harus mempunyai bentuk matematis yang sama dalam sebarang acuan lemban; dengan demikian tidaklah mungkin untuk menentukan mutlak suatu sistem dengan cara apa pun; juga disebut **prinsip relativitas Einstein** (*Einstein principle of relativity*)

asas kenisbian Galileo

asas bahwa hukum gerak Newton ($F = ma$; $F =$ kakas (orsa), $m =$ massa, dan $a =$ percepatan) tidak berubah dalam alihragam antar kerangka lemban; dalam hal ini yang dipakai bukan alihragam Lorentz, tetapi alihragam Galileo, yakni:

$$x' = x - vt \text{ sehingga } v_B = v_A - v$$

di sini x' = koordinat dalam kerangka B yang bergerak nisbi terhadap kerangka A dengan kecepatan tetap v pada arah koordinat itu

x = koordinat dalam kerangka A yang searah dengan x'

t = waktu

v_B = kecepatan dalam kerangka B

v_A = kecepatan dalam kerangka A

juga disebut **asas kenisbian Newton**

(*principle of Galilean relativity*)

asas kenisbian khusus

asas bahwa semua hukum fisika mempunyai bentuk matematis yang sama di semua kerangka acuan lembam; juga disebut **asas kovarian** atau **asas kararan bentuk**; lihat; **kenisbian**
(*principle of relativity, special*)

asas kenisbian mekanis

hukum gerak Newton berlaku di semua kerangka acuan lembam dan rumusnya, yakni $F = ma$, karar-bentuk (kovarian) dalam alihragam Galileo
(*principle of mechanical relativity*)

asas kenisbian Newton

(*principle of Newtonian relativity*)

lihat: **asas kenisbian Galileo**

asas kenisbian rampat

asas, bahwa hukum-hukum fisika mempunyai bentuk matematis yang sama di semua sistem koordinat kurvilinear yang dapat dipikirkan; juga disebut **asas kovarians** atau **asas kararan bentuk**; lihat: **kenisbian**
(*principle of relativity, general*)

asas kesetaran

1 secara lokal dan dari sudut pandang skala besar, medan gravitasi seragam setara dengan suatu sistem yang dipercepat; juga disebut **prinsip ekuivalen**; **2** lihat: **kenisbian**
(*principle of equivalence*)

asas korespondens

(*correspondence principle in relativity*)

lihat: **asas kebersesuaian dalam kenisbian**

asas kosmologis

1 pengandaian yang dibuat dalam kebanyakan teori kosmologi bahwa semesta adalah serbasama pada skala besar; **2** asas yang menyatakan bahwa bila dilihat dari sudut-pandang skala besar (artinya, nebula dan gugus-gugus bintang dianggap teragih

merata) alam semesta akan tampak sama oleh siapa dan dari tempat mana pun dalam ruangan ia dipandang; maka sebarang titik ruang boleh dipakai sebagai titik-asal koordinat-ruang (tetapi tidak sebarang saat dapat dipakai sebagai titik-asal koordinat waktu)

(cosmological principle)

asas kosmologis sempurna

asas kosmologis yang menyatakan bahwa alam semesta akan memberikan gambaran yang sama kepada semua pengamat yang melakukan pengamatannya tidak saja dari sebarang tempat dalam ruang, tetapi juga dari sebarang saat dalam waktu; asas ini merupakan perampatan (generalisasi) yang dilakukan Bendi dan Gold pada tahun 1948 terhadap asas kosmologis

(perfect cosmological principle)

asas kovarian

(principle of covariance)

lihat: **asas kenisbian khusus; asas kenisbian rampat; kenisbian**

asas Mach

1 sifat-sifat geometris suatu malaran (kontinuum) ditentukan oleh agihan massa-tenaga di dalamnya; 2 asas bahwa gerak sebuah zarah hanya bermakna kalau diacu ke segenap matari lainnya di alam semesta; jadi gerak itu tergantung pada agihan materi itu, dan bukan merupakan sifat ruang yang mutlak

(Mach's principle)

asas variasiional

asas bahwa bagi zarah bebas dan untuk lintasan yang sebenarnya integral

$$I = \int_A^B ds$$

antara dua titik jagat A dan B harus merupakan nilai sepalang (ekstremum); dengan asas ini persamaan diferensial untuk garis jagat $DU^{\nu} = 0$ dapat diturunkan; lihat: **jejak waktu dalam**

koordinat lengkung

(variational principle)

B

bagan Minkowski

bagan yang menunjukkan kedudukan peristiwa-peristiwa, atau lintasan suatu benda, dalam ruang-waktu caturmatra Minkowski; juga disebut **diagram Minkowski**
(*Minkowski diagram*)

bagan Robertson

(*Robertson diagram*)
lihat : **diagram Robertson**

bajang putih

sebarang bintang dalam pilihan besar bintang-bintang yang sangat redup yang dianggap berada dalam tahap akhir evolusinya;
bahan-bahan nuklirnya sudah benar-benar habis, dan ia teremas oleh gravitasinya sendiri menjadi benda yang kecil namun sangat padat; lihat juga : **bagan Hertzsprung-Russel**
(*white dwarfs*)

bakruang

(*space like*)
lihat : **selang bakruang**

bakwaktu

(*time like*)
lihat : **selang bakwaktu**

- balik

pembalikan waktu

pembalikan urutan waktu yang terjadi dalam alihragam yang mengubah t menjadi $-t$, atau mengubah zarah menjadi antizarahnya

(*time reversal*)

benda tegar

benda padat berukuran antara yang diidealkan, yang ukuran dan bentuknya jelas tertentu dan tidak berubah bila dikenai kakas (forsa)

(*rigid body*)

benturan dinamis

interaksi antara dua zarah dan/atau foton yang secara nisbi bergerak terhadap satu sama lain seperti misalnya benturan elektron dan foton (efek Compton), pererasan radioaktif, disintegrasi zarah keunsuran, penciptaan dan pemusnahan zarah, dan sebagainya

(*dynamical collisions*)

benturan taklenting

benturan yang dibarengi dengan terjadinya perubahan *netto* pada tenaga dakhil atau peserta atau lebih dan pada jumlah tenaga gerak translasinya

(*inelastic collision*)

bintang biner

(*binary stars*)

lihat : **bintang sepasang**

bintang ganda

bintang yang tampak sebagai suatu titik cahaya tunggal terhadap mata, tetapi yang dapat dipisahkan ke dalam dua titik oleh sebuah teleskop

(*double star*)

bintang hantu

berkaitan dengan hipotesis bahwa laju cahaya sama dengan c bila dipandang terhadap suatu kerangka acuan yang tertambat pada

sumber radiasi; bila demikian, maka gerak bintang ganda mengitari satu sama lain dan bersama mengarungi ruang angkasa akan tampak sangat tererotkan oleh kita, sehingga dalam beberapa hal kita akan mengamati komponen yang sama dari sistem bintang ganda itu secara serempak pada tempat-tempat yang berbeda, dan 'bintang hantu' ini akan muncul dan menghilang selama gerak berkala mereka; efek ini tidak pernah teramati (*ghost stars*)

bintang neutron

setelah sumber tenaga nuklirnya habis, bintang akan menyusut karena gravitasi ke tahap ketunawakan (degenerasi) elektron; kalau massa bintang itu cukup besar (lebih dari 1,4 massa matahari) rapatnya melebihi 10^5 kg/m^3 dan elektron-elektron itu menjadi nisbian (relativistik); tekanannya meningkat dengan laju yang lambat dan penyusutan lebih lanjut dapat terjadi; bila rapatnya melampaui 10^7 kg/m^3 , keseimbangan antara proton, elektron, dan neutron beringsut memberat ke neutron sampai pada rapat $5 \times 10^{10} \text{ kg/m}^3$, 90% dari seluruh elektron dan proton itu telah berpadu menjadi neutron; kalau massa bintang itu kurang dari 2,0 kali massa matahari, kakas (forsa) tolak-menolak yang kuat antara neutron-neutron itu terjadi, dan menyebabkan kenaikan tekanan dengan cepat; maka penyusutan bintang itu terhenti, dan terbentuklah bintang neutron yang mantap, misalnya pulsar (*neutron stars*)

bintang sepasang

sistem dua bintang yang mengitari pusat gravitas yang sama; juga disebut **bintang biner** (*binary stars*)

bintang tetap

bintang-bintang yang tampak berada pada letak yang tetap terhadap bintang-bintang lain, berbeda dengan planet-planet yang disebut sebagai bintang-bintang yang berpindah-pindah; konsep lama yang sudah tidak benar untuk sekarang (*fixed stars*)

C

c (laju cahaya)

kecepatan cahaya dalam ruang bebas, yakni $2,997925 \times 10^8 \text{ m/s}$, lambangnya c ; menurut teori kenisbian khusus, kecepatan ini merupakan tetapan dan tidak dapat lebih besar lagi di dalam ruang bebas, dan juga tak gayut pada kecepatan pengamat (*c (speed of light)*)

-catu

pencatuan medan gravitasi

(*gravitational field quantization of*)

lihat : graviton

-cepat

kecepatan cahaya

kecepatan gelombang elektromagnetik atau foton yang di dalam ruang hampa nilainya tetap, artinya tidak tergantung pada gerak nisbi antara sumber cahaya itu dan pengamatnya, sebesar $(2,997930 \pm 0,000003) \times 10^8 \text{ m/s}$, menurut pengukuran Jesse W.M. Dumont pada tahun 1958; juga disebut

kelajuan cahaya

(*velocity of light*)

kecepatan efektif

kecepatan V^{ef} yang akan memberikan insgutan Doppler yang setara dengan insgutan gravitasi $\Delta v/v$, yakni $c(\Delta v/v)$; untuk matahari $V_{\text{ef}} = -0.635 \text{ km/s}$ sedang untuk Sirius A $V_{\text{ef}} = 83 \text{ km/s}$ (*effective velocity*)

kecepatan empat

vektor-empat $U\lambda$ yang komponen-komponennya adalah laju perubahan koordinat ruang dan waktu suatu zarah terhadap waktu wajar zarah itu

(four velocity)

kecepatan fase gelombang materi

kalau tenaga (energi) dan pusa (momentum) zarah yang bersangkutan dengan gelombang materi itu berturut-turut E dan p , maka menurut dualisme zarah-gelombang de Broglie kecepatan gelombang materi itu $v = E/p$

(phase velocity of matter waves)

kecepatan kelompok

kecepatan selubung sekelompok gelombang berinterferens yang frekuensi-frekuensi dan fase-fasenya sedikit berbeda dari satu sama lain, yakni $V_g = d\omega/a\beta$; di sini ω dan β berturut-turut ialah frekuensi sudut dan tetapan fase

(group velocity)

kecepatan nisbi

kecepatan sebuah benda terhadap benda kedua; dengan kata lain, kecepatannya dalam suatu kerangka acuan tempat benda kedua itu riht

(relative velocity)

percepatan-empat

vektor-empat percepatan

$$A_\mu = \frac{dU_\mu}{d\tau} = \gamma \frac{dU_\mu}{dt}$$

disini U_μ adalah kecepatan-empat, $\frac{d}{dt}$ dan $\frac{d}{d\tau}$ berturut-turut penurunan ke waktu wajar τ dan ke waktu t , dan $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$ dengan $\beta = u/c$ dan $u =$ kecepatan trimatra, sedang $c =$ kecepatan cahaya

(four-acceleration)

percepatan wajar

percepatan benda yang bergerak di suatu kerangka acuan, yang diukur oleh pengamat yang rihat terhadap kerangka acuan itu (*proper acceleration*)

-cipta**penciptaan pasangan**

munculnya pasangan zarah-antizarah (misalnya elektron positron) dari foton sinar gama yang tenaganya tak lebih rendah dari jumlah tenaga rihat pasangan itu; juga disebut **kreasi pasangan; produksi pasangan; pemunculan pasangan** (*pai creation*)

penciptaan zarah

penciptaan pasangan elektron-positron atau zarah-antizarah lainnya oleh pengubahan tenaga catu (kuantum) radiasi menjadi massa-massa rihat kedua zarah, dan kelebihan tenaganya akan menjadi tenaga gerak mereka; juga disebut **kreasi partikel** (*creation of particles*)

-coba**percobaan cermin bergerak**

untuk cermin datar pada bidang (y^1, z^1) yang tertambat pada kerangka S^1 dan bergerak dengan kecepatan v pada arah sumbu x dan x^1 terhadap kerangka S , sinar yang masuk dengan sudut masuk a^1 dan terpantul dengan sudut pantul a^1 juga dalam kerangka wajarnya (S'), mempunyai sudut masuk a_1 dan sudut pantul a_2 dalam kerangka S yang nilainya terhubung dengan a^1 oleh persamaan

$$\tan a^1 = (\sin a_1 / \gamma) / (\cos a_1 + \beta) \text{ dan}$$

$$\tan a^1 = (\sin a_2 / \gamma) / (\cos a_2 - \beta)$$

di sini $\gamma = 1 / \sqrt{1 - \beta^2}$ sedang $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya di ruang hampa

(*moving mirror experiment*)

percobaan Fizeau

(*Fizeau's experiment*)

lihat : koefisien seretan Fresnel; zantara bergerak

percobaan Kennedy-Thorndike

1 ulangan percobaan Michaelson-Morley dengan interferometer yang lengan-lengan sinarnya yang saling renjang (tegak lurus), yakni l_1 dan l_2 , tidak sama panjang, dengan memperhitungkan penyusutan Lorentz atas lengan yang sejajar dengan arah kecepatan bumi terhadap "ether" (yang keberadaan dan sifat-sifatnya dihipotesiskan) bila kecepatan interferometer itu terhadap "ether" berubah dari v ke v^1 ; seharusnya ada perubahan fase

$$\Delta = \Delta_1 \Delta \beta^2 / \lambda$$

dengan $\Delta l = l_2 - l_1$, $\Delta \beta^2 = \beta^2 - \beta'^2$

(dan $\beta = v/c$, $\beta' = v'/c$), dan $\lambda =$ riak gelombang cahaya yang dipakai dalam percobaan itu, yang kecepatannya c ; perubahan itu ternyata tidak terjadi; 2 perubahan percobaan Michelson-Morley dengan membuat panjang-panjang kedua lengan sinar cahayanya tidak sama dan juga membuatnya miring, tidak lagi renjang; hasil nul percobaan ini dapat diterangkan atas dasar hipotesis Larmor yang dipadukan dengan hipotesis Fitzgerald (*Kennedy-Thorndike experiment*)

percobaan lift Einstein

percobaan pikiran yang dilakukan Einstein dengan membayangkan lift/elevator yang jatuh bebas sebagai kerangka-acuan yang dipercepat dengan percepatan g , yang setara dengan kerangka yang tidak dipercepat tetapi dipengaruhi medan gravitasi (*lift experiment, Einstein's*)

percobaan Michelson-Moerley

percobaan yang menggunakan interferometer Michelson untuk menentukan selisih kelajuan cahaya dalam dua arah yang renjang (tegak lurus) terhadap satu sama lain, dan satu diantaranya searah dengan gerak perputaran bumi; percobaan itu tidak berhasil menemukan perbedaan tersebut (*Michelson-Morley experiment*)

percobaan pererasan berkecepatan tinggi

pengukuran umur (-paruh) meson yang mereras sambil bergerak dengan kecepatan setingkat kecepatan cahaya, yang membuktikan adanya pemuluran waktu sesuai dengan teori kenisbian khusus; meson itu masih terlacak (terdeteksi) di permukaan bumi, walaupun mereka terbentuk pada ketinggian (altitudo) yang besar dan umur (-paruh) rihatnya sangat pendek
(*meson decay of high velocity experiment*)

percobaan perubah-ubahan massa dengan kecepatan

penasdikan (verifikasi) hubungan antara massa nisbian m dan masa rihat m_0 , yakni

$$m = \gamma m_0$$

dengan $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$ dan $\beta = v/c$, sedang v = kecepatan massa nisbian itu dan c = kecepatan cahaya, yang dilakukan misalnya oleh Bucherer pada tahun 1909 dengan mengukur nisbah muatan terhadap massa (e/m), untuk elektron-elektron berkecepatan tinggi

(*variation of mass with velocity experiment*)

percobaan pikiran

percobaan yang hanya dibayangkan dengan pikiran dan tidak sungguh-sungguh dilakukan di laboratorium; data dan hukum-hukum yang diketahui dan penad (relevan) dengan peristiwa atau gejala yang sedang ditinjau dipadukan dengan penalaran, untuk menggambarkan apa yang akan terjadi

(*thought experiment*)

percobaan Trouton-Noble

percobaan untuk mendeteksi seretan ether dengan mengukur penyimpangan kiblat (defleksi orientasi) kapasitor lempeng sejajar yang dimuati lalu digantung sehingga dapat bebas berputar

(*Trouton-Noble experiment*)

D

d'Alembertian

pengandar (operator) diferensial tingkat-dua dalam ruang-waktu caturmatra :

$$\partial/\partial x^2 + \partial/\partial y^2 + \partial/\partial z^2 - (1/c^2)/\partial\tau^2;$$

yang dipakai dalam mekanika dan elektrodinamika nisbian; juga disebut **pengandar d'Alembert; pengandar Laplace empat** (*d'Alembertian*)

darab dalam

dari vektor-vektor (x_1, \dots, x_n) dan (y_1, \dots, y_n) dalam ruang Euclides matra- n , jumlah $x_i y_i$ dengan i menjangkau dari 1 ke n ; juga disebut **darab titik; darab skalar** (*inner product*)

darab-dalam tensor

tensor tersusutkan yang diperoleh dari darab mereka, dengan cara menyamakan, dan dengan demikian juga menjumlahkan, indeks-indeks kontracarian tensor yang satu dengan indeks-indeks kovarian tensor yang lain (*inner product of tensors*)

darab-langsung tensor

suatu tensor berperingkat m yang dikalikan langsung dengan suatu tensor berperingkat n dan menghasilkan tensor berperingkat $(m + n)$, yang dinyatakan dalam rumusan

$$T_{iklm} = A_{ik} B_{lm};$$

juga disebut **darab-luar tensor**
(*direct product of tensors*)

darab-luar tensor

(*direct product of tensors*)

lihat : **darab-langsung tensor**

-datar

kedataran malaran ruang-waktu

komponen-komponen tensor kelengkungan (atau tensor Riemann-Christoffel) yang sama dengan nol merupakan syarat perlu dan cukup untuk kedatangan malaran ruang-waktu; juga disebut **kedataran kontinuum ruang-waktu**
(*flatness of the space-time continuum*)

kedataran kontinuum ruang-waktu

(*flatness of the space-time continuum*)

lihat : kedataran malaran ruang-waktu

delta Kronecker

lambang δ_{ij} yang nilainya 1 (o) bila $i = j$ (i, j); disebut juga lambang Kronecker
(*Kronecker delta*)

derivatif kovarian

(*covariant dervative*)

lihat : turunan kovarian

derivatif siklis

(*cyclic derivative*)

lihat : turunan berdaur

determinan alihragam

determinan matriks yang mengalihragamkan suatu besaran dari suatu kerangka acuan ke kerangka acuan lain; jika alihragam itu ortogonal, misalnya, maka determinannya sama dengan 1, seperti dalam putaran sumbu-sumbu x dan y sekeliling sumbu z

dengan sudut-putar θ :

$$\begin{bmatrix} x^I \\ y^I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

yang determinannya $\begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} = \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$, atau

alihragam Lorentz $x_\mu = L_{\mu\nu} X_\nu$ yang determinannya $|L_{\mu\nu}| =$

$$\begin{bmatrix} \gamma & 0 & 0 & j\beta\gamma \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -j\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix} = \gamma^2 - \beta^2 j^2 = \gamma^2(1 - \beta^2) \text{ juga sama dengan } 1$$

(transformation determinant)

diagram Minkowski

(*Minkowski diagram*)

lihat : **bagan Minkowski**

diagram Robertson

diagram untuk menelaah model dentuman besar yang berupa grafik- grafik ($H_0 t_0$) versus $\log \sigma_0$ untuk berbagai nilai a_0 ; di sini H , t , σ , dan q berturut-turut ialah parameter Hubble (\dot{R}/R), waktu, parameter rapat ($4\pi k u / 3H^2$) = $c^2 C / (2H^2 R^3)$ dan parameter perlambatan ($-\ddot{R}R / R\dot{R}^2$), sedang indeks nol menunjukkan masa kini; juga disebut **bagan Robertson**

diagram ruang-waktu

(*space time diagram*)

lihat : **bagan ruang-waktu**

-diferensial

pendiferensialan kovarian

proses untuk memperoleh turunan (derivatif) kovarian suatu tensor

(*covariant differentiation*)

pendiferensialan kovarian suksesif

penurunan (pendiferensialan) yang dilakukan lebih dari satu kali, misalnya terhadap vektor kovarian A_i , penurunan dua kali memberikan

$$A_{i;k;l} = \left[\frac{\partial A_i}{\partial x^k} \right] - r^m{}_{ik} A_m ;$$

$$l = - \frac{\partial^2 A_i}{\partial x^l \partial x^k} - \frac{\hat{u}}{\partial x^l \partial x^k} - r^m{}_{ik} A_m - r^s{}_{il} - \frac{\partial A_s}{\hat{u}^x_k} - r^m{}_{sk} A_m$$

penurunan ini umumnya tidak komutatif; juga disebut **penurunan kovarian berturutan**

(*covariant differentiation, successive*)

diferensial karar bentuk

(*covariant differential*)

lihat : diferensial kovarian

diferensial kovarian

selisih perubahan yang dinyatakan sebagai

$$DA^i = dA^i - \delta A^i = \left(- \frac{\partial A^i}{\partial \xi^e} + r_{kl}{}^i A^k \right) dx^l, \text{ untuk vektor kontravarian } A^i$$

$$DB_i = dB_i - \delta B_i = \left(- \frac{\partial B_i}{\partial x^e} + y_i{}^k B_k \right) dx^l, \text{ untuk vektor kovarian } B_i,$$

dengan kl^i = lambang Christoffel jenis kedua; lihat : **turunan kovarian**

(*covariant differential*)

dilatasi waktu

(*time dilatation*)

lihat : **kenisbian**

divergens vektor-empat

skalar $(\partial a_i / \partial x_i)$ yang diperoleh dari vektor-empat $(\partial a_i / \partial x_k)$

dengan kandaran penyusutan (operasi kontraksi)
(*divergence of four-vector*)

divergens tensor-massa

divergens suatu tensor setangkup yang mempunyai bentuk

$$\nabla_{\nu} T^{\mu\nu} = \frac{\partial T^{\mu\nu}}{\partial x^{\nu}} + \Gamma^{\mu}_{\alpha\beta} T^{\alpha\beta} + \Gamma^{\alpha}_{\nu\alpha} T^{\mu\nu}$$

dengan $T^{\mu\nu}$ = tensor-massa, ($\mu, \nu = 1, 2, 3, 4$);
komponen ke-nol dapat dituliskan, dalam hampiran kedua,
sebagai

$$\nabla_{\nu} T^{\nu\sigma} = \frac{\partial T^{\sigma\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial T^{\sigma i}}{\partial x_i} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \mu}{\partial t} T^{\sigma\sigma}$$

dengan $i = 1, 2, 3$, sedang komponen ruang dari divergens,
dalam hampiran kedua, diperoleh sebagai

$$\nabla T^{i\nu} = \frac{\partial T^{i\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial T^{ik}}{\partial x_k} - \frac{\partial \mu}{\partial x_i}$$

dengan $r_{0,0} = -\frac{\partial \mu}{\partial t}$ dan $r_{00} = -\frac{\partial \mu}{\partial x_i}$ sedang U adalah
potensial (gravitas (Newtonan))
(*divergence of mass-tensor*)

divergens medan tensor

medan tensor $\partial T_{ab} \dots, m, n / \partial x_b$ yang diperoleh dari medan tensor
 $T_{ab} \dots, m, n$ sehingga hasil operasi divergens itu adalah tensor yang
peringkatnya berkurang satu; artinya, divergens tensor peringkat
 n menghasilkan tensor peringkat $(n-1)$ dengan operasi kontraksi,
misalnya dalam contoh ini yang dikontraksikan adalah indeks
kedua (indeks b)

(*divergence of a tensor field*)

dualitas gelombang-zarah

(*particle-wave duality*)

lihat : **dualitas zarah-gelombang**

dualitas zarah gelombang

asas yang menyatakan bahwa baik materi maupun sinaran elektromagnetik pada suatu gejala berperilaku sebagai gelombang dan pada gejala lain berperilaku sebagai zarah tergantung pada cara pengamatannya; kedua aspek ini digabungkan dalam persamaan de Broglie; juga disebut **asas dualitas** atau **dualitas gelombang-zarah**

(wave-particle duality)

-duduk

kedudukan kini

kedudukan lesan yang bergerak pada saat penembakan
(present position)

E

efek Compton

memanjangnya riak gelombang sinaran elektromagnetik dalam kawasan sinar-x dan sinar gamma ketika dihamburkan oleh benda bermateri; hamburan itu disebabkan oleh interaksi antara foton dan elektron yang secara efektif bebas; juga disebut **efek Compton-Debye**

(Compton effect)

efek Dropler

perubahan frekuensi gelombang akustik ataupun elektromagnetik sebagai akibat gerakan nisbi antara sumber gelombang tu dan pengamatnya

(Doppler effect)

efek Doppler kosmologis

ingsutan merah galaktik, yang muncul dari bercerainya benda-benda kosmik terhadap satu sama lain; lihat **hukum Hubble**

(cosmological Doppler effect)

efek Doppler lintang

suatu segi efek Doppler optis yang terjadi bila arah gerak sumber cahayanya nisbi terhadap pengamat renjang (tegak lurus) pada arah cahaya yang diterima pengamat itu; frekuensi yang terukur lebih rendah daripada frekuensi sumber dengan faktor $1/\gamma$; di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ sedang $\beta = v/c$ ialah nisbah antara kecepatan sumber itu, nisbi terhadap pengamat dan kecepatan cahaya

(transverse Doppler effect)

efek Doppler nisbian

berubahnya riak-gelombang (dan dengan demikian juga frekuensi) cahaya bila sumber cahaya itu bergerak nisbi terhadap pengamatannya; lihat : **ingsutan Doppler nisbian**
(*relativistic Doppler effect*)

efek Doppler tingkat kedua

efek Doppler nisbian (relativistik) sampai tingkat $(v/c)^2$, baik dalam kasus gerak sumber yang secara nisbi melintang (transversal) maupun membujur (longitudinal) terhadap pengamat
(*Doppler effect, second order*)

efek kinematik nisbian

pemerian gerak zarah yang sesuai dengan teori kenisbian khusus, tanpa mengacu ke penyebab gerak itu
relativistic kinematic effect

efek Mössbauer

pancaran nirpental foton gama dari suatu aras teralan sebuah inti dalam zadat, sebab pusa (momentum) pentalnya diambil oleh zadat itu sebagai keseluruhan dan bukan oleh getaran kekisinya, sehingga foton gama itu lalu memiliki tenaga yang pas untuk diserap oleh dan dalam peneralan inti lain; dengan mengarahkan pancaran berkas foton gama itu ke bawah di dalam medan gravitasi sejauh beberapa ratus kaki, tenaganya dapat dinaikkan, dan efek gravitasi ini dapat dipunahkan dengan gerak ke atas sumbernya; fakta ini dipakai untuk menguji kenisbian rapat
(*Mössbauer effect*)

eigenselang-waktu

disebut juga **selang waktu interval**
(*eigntime-interval*)

energi kinetik relativistik

(relativistic kinetic energy)

lihat : **tenaga gerak nisbian**

evolusi geometris alam semesta

(evolution of the universe, geometrical)

lihat : **persamaan (diferensial) kosmologis**

F

faktor Lorentz

1 faktor $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ (dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya) yang memendekkan batang yang melaju dengan kecepatan v pada arah bujur (longitudinal)nya, sesuai dengan penyusutan (kontraksi) Lorentz-FitzGerald, dan melambatkan jam dalam kerangka yang bergerak dengan kecepatan v , sesuai dengan pemuluran (dilasi) waktu Lorentz-FitzGerald; 2 faktor $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ (dengan $\beta = v/c$, $v =$ kecepatan nisbi antara kerangka aruan lembam K^1 dan K^1 pada arah salah satu sumbu koordinat mereka yang sejajar dan titik-asalnya berimpit pada saat $t = t^1 = 0$, dan $c =$ kecepatan cahaya), pada alihragam Lorentz dari K ke K^1
Lorentz factor)

faktor skala kosmis

ruji kelengkungan alam semesta pada suatu saat tertentu, yang menentukan jarak-jarak ruang sesaat di dalam alam semesta
(cosmical scale factor)

faktor Thomas

faktor $1/2$ yang mengecilkan sambatan spin - edaran, karena ada sumbangan tenaga ekstra sebagai akibat lenggok Thomas; faktor ini memberikan pemisahan aras-tenaga yang benar dalam efek Zeeman janggal (anomal), dengan faktor-g untuk elektron sama dengan 2 seperti ditetapkan secara empiris oleh Uhlenbeck dan Goudsmit; lihat : **lenggok Thomas**
(Thomas factor)

formula aberasi relativistik*(relativistic aberration formula)*lihat : **rumus lanturan nisbian****foton maya**

foton yang berada dalam suatu keadaan menengah/antara yang tampak dalam unsur-unsur matriks yang menghubungkan keadaan awal dan keadaan akhir dalam teori usikan tingkat dua atau lebih tinggi; tenaga tidak kekal dalam peralihan dari atau keadaan antara

*(virtual photon)***fotoproduksi pion**

penciptaan (kreasi) pion netral dari pasangan foton gama, atau dari pasangan positron-elektron dengan imbasan foton, dengan memenuhi asas-asas kekekalan muatan, pusa (momentum) dan tenaga (energi)/masa; jadi berlawanan dengan pererasan pion netral itu; lihat : **perarasan mesonpi**

*(pion photoproduction)***frekuensi lenggok Thomas**

frekuensi lenggok (presesi) vektor dalam sitem yang dipercepat, nisbi terhadap pengamat yang terhadapnya sistem itu mempunyai kecepatan dan percepatan tertentu, bila vektor ini seakan-akan tetap bagi pengamat yang tertanggung pada sistem tersebut; lenggok ini merupakan dasar kinematis salah satu jenis sambatan spin- edaran

*(Thomas precessionel frequency)***fungsi Hamilton nisbian**

fungsi tenaga total zarah bermuatan, yang disajikan dalam bentuk

$$H = m_0 c^2 (\gamma - 1) + e\phi$$

di sini m_0 , c , γ , e , dan ϕ berturut-turut adalah massa riha, kecepatan cahaya, $1/\sqrt{1 - \beta^2}$, muatan, dan potensial skalar elektrik, dengan $\beta = v/c$ dan v = kelajuan zarah

(Hamiltonian function, relativistic)

fungsi Lagrange

fungsi yang merupakan selisih antara tenaga gerak dan tenaga potensial suatu sistem dinamis, dengan koordinasi rampat dan/atau fluksnya sebagai peubah-peubahnya :

$$L(a_j, \dot{a}_j) = T(a_j, \dot{a}_j) - V(a_j)$$

(Lagrangian function)

fungsi linear

(linear function)

lihat : **alihragam linear**

G

-gagal

kegagalan keserentakan

dua peristiwa, masing-masing di x_1 , dan di x^2 di kerangka acuan O' ($x'y'z't'$), yang terjadi serentak (simultan) di kerangka itu, tidak serentak di kerangka O (x,y,z,t) yang bergerak nisbi terhadap kerangka O (x,y,z,t) dengan kecepatan v pada arah sumbu x

(*failure of simultaneity at a distance*)

garis-garis fluks

(*lines of flux*)

lihat : **medan vektor**

garis-garis kakas (forsa)

(*lines of force*)

lihat : **medan vektor**

garis geodesik

garis terpendek antara dua titik, pada suatu permukaan, yang diturunkan secara matematis

geodesic line

garis jagat

garis yang melalui titik-titik jagat; gerak dengan kecepatan tetap diwakili oleh garis lurus, sedang gerak dipercepat/diperlambat oleh garis lengkung, di sebelah dalam kerucut cahaya

(*world lines*)

gelombang cahaya

gelombang elektromagnetik, lazimnya yang termasuk dalam spektrum kasatmata, yang kecepatannya di ruang hampa $c = 300.000 \text{ km/s}$, dan satu atau kuantumnya berupa foton, dengan tenaga hf dan pusa (momentum) h/λ ; di sini h, f , dan λ berturut-turut ialah tetapan Plank, frekuensi cahaya dan riak gelombang cahaya itu
(*light wave*)

gelombang gravitasi

medan gravitasi yang merambat yang diramalkan oleh kenisbian rampat, yang dihasilkan oleh suatu perubahan dalam agihan materi; gelombang itu merambat dengan laju cahaya dan mengenakan kakas pada massa-massa dalam lintasannya; juga disebut **sinaran gravitasi; radiasi gravitasi** (*gravitational wave*)

gelombang kejut elektromagnetik

gelombang elektromagnetik dengan intensitas yang tinggi yang terjadi bila gelombang dengan intensitas-intensitas yang berbeda-beda merambat dengan kecepatan berbeda dalam zantara optis tak linear, dan gelombang-gelombang yang merambat lebih cepat dalam suatu denyut cahaya mengejar gelombang-gelombang terdahulu yang merambat lebih lambat
(*electromagnetic shock wave*)

geodesik

lengkungan yang menghubungkan dua titik dalam suatu manifold Riemann, yang mempunyai jarak minimum
(*geodesic*)

geodesik bakruang

(*space-like geodesics*)

lihat : **selang bakruang**

geodesik bakwaktu

selang ruang-waktu yang komponen ruangnya lebih kecil daripada komponen waktunya sehingga (kuadrat) selang itu negatif:

$$S^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 < 0$$

(*time-like geodesics*)

geodesik kosmis

garis-garis yang dipostulatkan tidak berpotongan di mana pun kecuali pada satu titik tunggal di masa lampau (anta atau ananta) dan mungkin di suatu titik singular serupa di masa depan
(*cosmical geodesics*)

geodesik nol

1 sebarang selang s di permukaan **kerucut cahaya** (yang nilainya selalu nol, karena persamaan permukaan itu $r^2 = c^2 t^2$, sedang $S^2 = r^2 - c^2 t^2$); 2 lengkung (kurve) dalam ruang-waktu yang selang anata-kecil antara sebarang dua titiknya yang berjiran sama dengan nol; geodesik nol ini dapat merupakan lintasan sinar cahaya
(*null geodesic*)

-geometri

penggeometrian gravitasi

dari asas kesetaraan kesetiaan, diperoleh hubungan langsung antara malaran ruang-waktu lengkung suatu sistem koordinat sebarang dan adanya suatu medan gravitasi dalam suatu malaran rata (Euklides)
(*geometrization of gravitation*)

geometri Bolyai

(*Bolyai geometry*)

lihat : **ruang Lobachevski**

geometri bukan-Euklides

geometri yang tidak memenuhi aksioma/postulat Euklides (misalnya tentang kesejajaran garis), seperti geometri Riemann atau geometri Lobachevski
(*non-Euclidean geometry*)

geometri difrensial permukaan lengkung

telah tentang lengkungan dan permukaan dengan menggunakan

metode kalkulus diferensial yang diterapkan pada permukaan lengkung

(differential geometry of a curved surface)

geometri jagat Minkowski

geometri ruang-waktu Minkowski yang sama sekali datar, karena tidak ada agihan materi gravitasi di dalamnya; ruang itu terpilah atas empat kawasan, yakni **masa lampau (kerucut-paruh bawah)**, **massa depan (kerucut-paruh atas)**, **kini (puncak kerucut)** dan **antah-berantah (di luar kerucut cahaya)**

(Minkowski world, geometry of)

geometri kuasi-Euklides

geometri ruang-waktu dengan koordinat ruang-waktu berupa vektor-empat x_μ dengan (x, jct) dengan $j = \sqrt{-1}$ dan $c = \text{kecepatan cahaya}$, yang secara formal sama dengan geometri Euklides, tetapi kuadrat komponen keempat (waktu)nya negatif
(quasi-Euclidean geometry)

geometri permukaan lengkung

telaah tentang bentuk-bentuk lengkungan dan permukaan lengkung dalam ruang

(curved surfaces, geometry of)

geometri ruang-kosmik

ruang-tiga yang dicirikan oleh metrik ruang takgayut-waktu; ruang ini mempunyai kelengkungan tetap, yang dapat (1) positif (bersesuaian dengan ruang angkasa sferis atau eliptis), (2) nol (angkasa kaitannya Euklides atau 'parabolik'), atau (3) negatif (ruang kaitannya adalah hiperbolik)

(geometry of the cosmic space)

geometri Weyl's

geometri bukan-Riemann (non-Riemann) yang dipakai Weyl dalam teori medan terpadunya; dalam geometri ini panjang sebuah vektor dapat berubah dalam pergeseran sejajar

(Weyl's geometry)

gerak mutlak

gerak benda yang dinyatakan oleh pengukuran-pengukurannya dalam **kerangka-acuan mutlak**, yakni *kerangka acuan yang tertambat pada titik langit yang tampaknya rihat, yang juga disebut kerangka acuan disukai* (*absolute motion*)

gerak nisbi

perubahan yang terus-menerus terjadi pada kedudukan sebuah benda terhadap benda kedua atau terhadap suatu titik acuan yang tetap kedudukannya; juga disebut **gerak kentara** (*relative motion*)

gerak taknisbian

gerak dengan kecepatan rendah (nisbi terhadap kelacuan cahaya), yang dapat diperikan dengan baik dengan hukum-hukum gerak Newton dalam mekanika klasik (*nonrelativistic motion*)

-geser**pergeseran Einstein**

(*Einstein displacement*)

lihat: **ingsutan Einstein**

gradien empat

(*four-gradient*)

lihat: **landai-empat**

graviton

zarah yang dideduksikan secara teoretis dan dipostulatkan sebagai catu atau kuantum medan gravitasi, dengan massa rihat dan muatan nol dan spin sebesar 2 (*graviton*)

H

hakikat zalir kosmik

dua pilihan ekstrem: pertama, pengandaian bahwa sebagian besar rapat tenaga di **alam semesta** muncul dari sinaran; kedua, pengandaian bahwa umumnya rapat tenaga di alam semesta ada dalam bentuk materi termampat; keadaan senyatanya di dalam alam semesta pada kurun waktu sekarang harus berada di antara kedua ekstrem tersebut
(*cosmic fluid, nature of*)

-hampir

penghampiran Newton dalam medan gravitasi

dalam had kecepatan rendah dan medan gravitasi lemah, gerak titik massa nisbian dapat dihampiri dengan baik sekali dengan teori gravitasi dan mekanika Newton, sesuai dengan **asas kebersesuaian**
(*Newtonian apporximation in a gravitational field*)

penghampiran Poisson pada persamaan medan Einstein

persamaan $\nabla^2 \approx 1/2\gamma c^4 \mu$ dengan pengali skalar $\gamma = 8\pi k/c^4$, k = tetapan gravitasi semesta, c = kecepatan cahaya, dan μ = rapat massa dalam ruang, yang berbentuk persamaan Poisson $\nabla^2 \psi$ (dalam elektrostatika), dan merupakan penghampiran pada **persamaan medan Einstein**

$$G_{\lambda\kappa} = \gamma T_{\lambda\kappa}$$

dengan $G_{\lambda\kappa}$ dan $T_{\lambda\kappa}$ berturut-turut tensor Einstein dan tensor **tenaga-pusa**, untuk agihan materi murni yang bersangkutan

dengan tensor tenaga-pusa

$$T^{ik} = \mu^0 U^i U^k$$

dengan μ^0 = rapat massa rihat dan $U^\lambda = dx^\lambda/dT$ adalah vektor yang mewakili keadaan gerak materi itu
(*Poissonian approximation to Einstein's field equation*)

hanyutan zarah

hanyutnya zarah-zarah bermuatan yan bergerak dalam lintasan pilin dengan sumbu pada arah medan imbas-magnetik B yang mempengaruhinya, kalau medan B itu melengkung, dengan kecepatan hanyut yang arahnya renjang (tegak lurus) terhadap B dan *grad B*
particle drift)

hipotesis emisi

(*emission hypothesis*)

lihat : **hipotesis pancaran**

hipotesis pancaran

hipotesis dari Ritz, yang menyatakan bahwa terhadap sumber, atau sistem yang terikat pada sumber itu, cahaya memancar secara isotropis dengan kecepatan sama dengan c ; penasdikan (verifikasi) dengan pengamatan terhadap bintang-ganda menunjukkan bahwa hipotesis tersebut gagal, sehingga ditinggalkan; juga disebut **hipotesis emisi**
(*emission hypothesis*)

homogenitas ruang

(*homogeneity of space*)

lihat : **keserbasamaan ruang**

homogenitas waktu

(*homogeneity of spave-time*)

lihat : **keserbasamaan ruang - waktu**

homogenitas ruang-waktu

(*homegeity of time*)

lihat : **keserbasamaan waktu**

hubungan daya

secara nisbian, daya rihat P_0 terhubung dengan daya P dan komponen-ruang kakas (forsa)-empat F_μ melalui kekararan (invarians) kakas-4 F_μ itu atau kuadratnya :

$$F_\mu F_\mu = F^2 - P^2/C^2 = - P_0^2/C^2;$$

di sini c adalah kecepatan cahaya, indeks Yunani μ berjangkau nilai 1-4, dan **perjanjian penjumlahan Einstein** berlaku (*power relation*)

hubungan tenaga total-pusa nisbian

untuk zarah bermasaa rihat m_0 , *tenaga total nisbiannya*, E , dan *pusa nisbian (momentum relativistik)nya*, p , mempunyai hubungan

$$E^2 - p^2 c^2 = m_0^2 c^4$$

di sini c = kecepatan cahaya
(*relativistic total energy-momentum relation*)

hukum gravitasi Newton

hukum yang menyatakan bahwa setiap dua zarah materi di alam semesta saling tarik-menarik dengan kakas (forsa) yang bekerja pada arah garis hubung kedua zarah itu dan besar (magnitudo)nya berbanding langsung dengan darab (hasil-hasil) massa mereka dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya :

$$F = -\gamma m M / r^2;$$

di sini m dan M ialah massa benda-benda yang berinteraksi, r jarak antara keduanya; r vektor satuan pada arah garis-hubung pusat kedua benda itu, dan γ tetap gravitasi (*Newton's law of gravitation*)

hukum Hubble

z dari insutan merah, diberikan oleh rumus

$$z = H(t_1 - t_2) = \lambda_{\text{teramati}} - \lambda_{\text{pancar}} / \lambda_{\text{pancar}}$$

di sini H adalah parameter Hubble dan $c(t_1 - t_2)$ adalah jarak

sumber dari pengamat, sedang λ teramati dan λ pancar berturut-turut adalah riak gelombang yang teramati dan yang dipancarkan oleh sumber yang menjauh itu

(Hubble law)

hukum kekekalan

pernyataan bahwa suatu besaran fisika tidak mengalami perubahan selama terjadi proses atau interaksi dalam sistem tertutup

(conservation laws)

hukum kekekalan massa

pernyataan bahwa massa suatu sistem terencil tidak mengalami perubahan; hukum ini hanya berlaku dalam had taknisbian, sebab dalam proses nisbian massa harus diperlakukan dalam kesetaraannya dengan tenaga

(conservation laws of mass)

hukum kekekalan muatan elektrik

hukum yang menyatakan bahwa muatan elektrik total sistem terencil adalah tetap; belum ditentukan penyimpangan terhadap hukum ini

(conservation law of electric charge)

hukum kekekalan tenaga

tenaga (energi) total suatu sistem tertutup besarnya tetap dan tidak gayut pada proses yang terjadi di dalam sistem itu;

dengan kata lain, tenaga tak dapat diciptakan atau dimusnahkan meskipun dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain; juga disebut **hukum konservasi energi**

(conservation law of energy)

hukum kelembaman

tanpa pengaruh kakas (forsa) luar, benda akan rihat atau bergerak dengan kecepatan tetap; juga disebut **hukum Newton pertama**

(law of inertia)

hukum konservasi energi*(conservation laws of energy)*lihat : **hukum kekekalan tenaga****hukum Newton pertama***Newton's first law)*lihat : **hukum kelembaman****hukum nisbah**

himpunan 4^n besaran tertentu, dengan $n =$ bilangan bulat, akan merupakan tensor peringkat n dalam ruang (-waktu) caturmatra, asalkan darab (hasil kali)-dalamnya dengan sebarang tensor adalah juga tensor

(quotient law)

I

indeks dumi

indeks yang lambangnya dapat kita ganti menurut selera kita tanpa mengubah arti matematis dan fungsinya (*dummy index*)

ingsutan biru

(*blue shift*)

lihat : **ingsutan gravitasi**

ingsutan Doppler nisbian

ingsutan riak-gelombang (dan karenanya juga frekuensi) cahaya karena gerak nisbi antara sumber cahaya itu dan pengamatnya; bila gerak sumber cahaya itu mendekati (menjauhi) pengamat, ingsutannya ke arah riak-gelombang yang lebih pendek (panjang) atau ke arah frekuensi yang lebih besar (kecil); terjadi pula ingsutan Doppler walaupun arah sinar yang menuju pengamat dan arah gerak sumber cahaya itu saling renjang (tegak lurus), sebab hubungan antara frekuensi di kedua kerangka acuan itu adalah :

$$\omega' = \gamma\omega(1 - \beta\cos\theta);$$

disini ω' dan ω berturut-turut adalah frekuensi-sudut di kerangka yang bergerak dengan kecepatan v dan di kerangka yang rihat, θ adalah sudut antara v dan arah perambatan cahaya di kerangka rihat, dan $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya (*relativistic Doppler Shift*)

ingsutan Einstein

ingsutan frekuensi/riak-gelombang cahaya atau isyarat elektromagnetik lainnya ke arah frekuensi yang lebih rendah (tinggi) atau ke arah riak-gelombang yang lebih panjang (pendek) pada isyarat yang dipancarkan pada titik yang potensial gravitasi Newtonannya lebih kuat (lemah) dan diamati pada titik yang potensial gravitasi Newtonannya lebih lemah (kuat), yang juga disebut **ingsutan gravitasi merah** (biru); **pergeseran Einstein** (*Einstein shift*)

ingsutan frekuensi

besarnya perubahan frekuensi gelombang yang teramati bila gelombang itu terkena efek Doppler, atau karena perubahan medan gravitasi; lihat : **ingsutan Doppler**; **ingsutan Einstein** (*frequency shift*)

ingustan gravitasi

pergeseran garis spektrum cahaya ke arah warna merah (biru) yang terjadi bila potensial gravitasi di tempat pengamat cahaya itu lebih besar (lebih kecil) daripada potensial di sumbernya (*gravitational shift*)

ingsutan gravitasi biru

(*gravitational blue shift*)

lihat : **ingsutan Einstein**

ingsutan gravitasi garis spektral

perubahan kecil dalam posisi spektrum karena frekuensinya sedikit berubah; perubahan ini terjadi karena efek medan gravitasi

(*gravitational shift of the spectral lines*)

ingsutan gravitasi merah

(*gravitational red shift*)

lihat : **ingsutan Einstein**

ingsutan merah

ingustan garis-garis spektrum bintang, nebula dan benda-benda

astronomis yang bercahaya lainnya ke arah ujung merah spektrum kasatmata, nisbi terhadap riak-gelombang garis-garis ini dalam spektrum di bumi (terrestrial), mungkin karena efek Doppler yang diakibatkan oleh menjauhnya bintang-bintang dalam semesta yang mengambang; kalau λ dan λ' , berturut-turut adalah riak-gelombang garis spektrum dari sumber di bumi dan di bintang, maka

$$(\lambda / \lambda') = (c - v)/c;$$

di sini v ialah kecepatan menjauhnya bintang, sedang c kecepatan cahaya; istilah **ingsutan merah** sering dipakai secara kuantitatif untuk nisbah $(\lambda' - \lambda)/\lambda'$ atau v/c , dan ingsutan merah yang sangat besar, yakni 0,65, baru-baru ini ditentukan untuk sebuah radiogalaksi; lihat juga : **tetapan Hubble** dan kuasar (*red shift*)

ingsutan merah gravitasi

pergeseran garis-garis spektral menuju ke merah bila potensial gravitasi pada pengamat cahaya besar daripada pada sumbernya; lihat **ingsutan Einstein** (*gravitational red shift*)

intensitas medan

(*field intensity*)

lihat : **tensor-empat kuat medan**

invarian

(*invariant*)

lihat : **karar**

invarian kelengkungan

(*curvature invariant*)

lihat : **kararan kelengkungan**

invarian medan elektromagnetik

(*invariants of electromagnetic fields*)

lihat : **kararan medan elektromagnetik**.

invarian ruang-waktu*space-time invariant*)lihat : **kararan ruang-waktu****invarians interval***(invariance of interval)*lihat : **selang (2)****invarians interval ruang-waktu***(invariance of the space-time interval)*

lihat : kekararan selang ruang-waktu

invarians skalar*(scalar invariant)*lihat : **skalar****invarians tolak***(gauge invariance)*lihat : **kararan tolak****invarians waktu***(invariance of time)*lihat : **kekararan waktu****isotropi ruang**

sifat ruang dalam sistem lembam, yakni bahwa arah yang mana pun adalah setara

(isotropy of space)

J

jagat Minkowski

ruang-waktu kenisbian khusus, yang sama sekali tanpa kelengkungan karena (dianggap) tak mengandung materi gravitasi; juga disebut **semesta Minkowski** atau **ruang-waktu Minkowski** (*Minkowski world*)

jagat peristiwa

1 ruang-waktu Minkowski dalam teori kenisbian khusus atau ruang-waktu Lobachevski dalam teori kenisbian rampat, yang merupakan "pentas" terjadinya segala peristiwa; lihat : kenisbian;
2 jagat catur-matra, yang biasa diacu sebagai **jagat Minkowski** atau **kontinuum ruang-waktu**, yang didefinisikan sebagai totalitas titik-titik yang mewakili semua peristiwa fisis yang mungkin (*world of events, events, event, world of*)

jam di satelit

kalau satelit itu melaju atau beredar dengan kecepatan tinggi, laju perambatan waktu pada jam itu tidak sama dengan laju perambatan waktu yang tercatat pada jam yang istirahat di bumi; lihat : **pemuluran waktu** dan **paradoks si kembar**

jam meson

jam yang dibayangkan tertambat pada meson-meson bertenaga tinggi dalam sinar kosmik, yang "mencatat" umur meson itu sebelum mereras sebagai umur wajarnya, yang berbeda dengan umur mereka menurut pengukuran pengamat di bumi; umur menurut pengamat di bumi itu lebih panjang dan jatuh dalam jangkauan

dengan faktor 1-10 tergantung pada tenaga meson-meson tersebut, dan menurut penelitian Rossi dan Hall ternyata sesuai dengan **pemuluran waktu** (*meson clocks*)

-janji

perjanjian penjumlahan Einstein

bila dalam suatu ungkapan (ekspresi) matematis ada dua indeks yang sama, kedua indeks itu dijalankan meliputi jangkanya (sesuai dengan matra ruangnya) dan suku-suku yang diperoleh dijumlahkan; lazimnya indeks huruf Latin (Yunani) dijalankan dari 1-3 (1-4), karena bersangkutan dengan ketiga koordinat ruang (keempat koordinat ruang-waktu)

(*Einstein summation convention*)

jejak waktu dalam koordinat lengkung

penyelesaian persamaan diferensial $DU^\mu = 0$ dengan $D =$ pengandar diferensial kovarian dan $U^\mu = dx^\mu/ds$ adalah kecepatan-empat yang arahnya menyinggung jejak x^μ ; dalam notasi lambang Christoffel, persamaan diferensial itu menjadi

$$(d^2x^\mu/ds^2) + r^\mu{}_{\kappa\lambda}(dx^\kappa/ds)(dx^\lambda/ds) = 0$$

yang penyelesaiannya tidak lurus, sehingga lintasan trimatra zarah yang bersangkutan juga melengkung, dan kelengkungan itu disebabkan oleh suku kedua yang mengandung "kakas" ("forsa") $r^\mu{}_{\kappa\lambda}$; karena $r^\mu{}_{\kappa\lambda}$ adalah semacam turunan dari tensor metrik $g_{\mu\kappa}$ maka tensor metrik itu dapat dianggap sebagai potensialnya; juga disebut **garis jagat** atau **garis geodesik**, atau **geodesik** (*time track in curvilinear coordinates*)

K

kaidah darab penurunan kovarian

penurunan (pendiferensialan) kovarian terhadap darab (hasil kali) tensor memenuhi kaidah pendiferensialan darab biasa, yaitu untuk dua tensor, misalnya,

$$(AB)_{;s} = A_{;s}B + AB_{;s}$$

tanpa memandang apakah sebagian indeks dari A dan B adalah indeksi dumi

(*covariant differentiation product rule*)

kakas efektif

(*effective force*)

lihat : **kakas lembam**

kakas empat

vektor-empat yang sama dengan darab massa rihaat suatu zarah dan laju perubahan kecepatan-empatnya terhadap waktu wajarnya :

$$F_{\mu} = m_0 \frac{DU_{\mu}}{d}$$

(*four-force*)

kakas jagat

kakas-empat dalam **ruang-waktu Minskowski**, yakni turunan pusa-empat ke waktu wajar; jadi $K_{\mu} = dp_{\mu}/d\tau$; lihat: **kakas Minskowski**

(*world force*)

kakas lembam

kakas semu yang bertindak pada suatu benda sebagai hasil penggunaan kerangka acuan taklembam; misalnya kakas emparan (sentrifugal) dan kakas Coriolis yang muncul dalam sistem koordinat berputar; juga disebut **kakas efektif** (*inertial force*)

kakas Lorentz

kakas (forsa) pada zarah bermuatan yang bergerak di dalam medan elektrik dan magnetik, yang sama dengan darab (hasil-kali) antara muatan zarah itu dan jumlah medan elektrik itu dengan darab silang antara kecepatan zarah tersebut dan medan imbas magnetik itu :

$$F = e[E + (v \times B)]$$

(*Lorentz force*)

kakas Minkowski

vektor-empat K_μ ($\mu = 1, 2, 3, 4$) yang merupakan turunan vektor-empat pusa-tenaga (momentum-energi) ke waktunya wajar, jadi

$$K_\mu = dp_\mu/d\tau;$$

dalam kakas-biasa F_i ($i = 1, 2, 3$) ketiga kompon-ruang K_μ ialah

$$K_i = \gamma F_i \quad (i = 1, 2, 3),$$

sedang dalam daya $P = F \cdot v$, komponen waktunya ialah

$$K_4 = j\gamma p/c;$$

di sini $j = \sqrt{-1}$, dan c = kecepatan cahaya, sedang selang keunsuran waktu wajar $d = dt/\gamma$ ialah γ = faktor Lorentz dan dt = selang keunsuran waktu; juga disebut kakas jagat (*Minkowski force*)

-kandar

pengandar diferensial substansial
(*substantial differential operator*)
lihat : **pengandar lincah**

pengandar diferensial total

(*total differential operator*)

lihat : **pengandar lincah**

pengantar d'Alembert

(*d'Alembertian operator*)

lihat : **d'Alembertian**

pengandar Laplace

(*Laplacian operator*)

lihat : **pengantar Laplace empat**

pengandar Laplace empat

pengandar (operator) Laplace dalam ruang-waktu Minkowski :

$$\square = \Delta + \frac{\partial}{\delta x^4} = \nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\delta}$$

di sini $\nabla = \nabla^2$ adalah pengandar Laplace biasa, yakni

$$\frac{\partial^2}{\delta x^2} + \frac{\partial^2}{\delta y^2} + \frac{\partial^2}{\delta z^2}$$

juga disebut **Laplacean-empat**, operator Laplace empat, atau **d'Alembertian**

(*Laplacian operator, four*)

pengandar lincah

pengandar penurunan ke waktu

$$d/dt = \partial/\partial t + U \cdot \text{grad};$$

suku pertama di ruas kanan ialah penurunan panggal (derivasi parsial) ke waktu t , sedang dalam suku kedua U adalah kecepatan setempat dan sesaat dan

$$\text{grad} = \nabla = \hat{x}^\partial/\partial x + \hat{y}^\partial/\partial y + \hat{z}^\partial/\partial z$$

dengan \hat{x} = vektor satuan pada arah sumbu x

\hat{y} = vektor satuan pada arah sumbu y, dan
 \hat{z} = vektor satuan pada arah sumbu z;

juga disebut **pengandar diferensial total** atau **pengandar diferensial substansial**

(*mobile operator*)

pengandar linear

(*linear operator*)

lihat : **alihragam linear**

karar

sifat besaran atau hukum fisika yang tidak berubah dalam alihragam atau karena kandaran (operasi) tertentu, seperti misalnya pantulan koordinat-koordinat ruang, pembalikan waktu, kenjugasi muatan, putaran, atau alihragam Lorentz; juga disebut **invarian**; lihat juga **kesetangkupan**

(*invariant*)

-karar

kekararan (n)

(*invariance*)

lihat : **karar** (adj) dan sifat **karar**

kekararan-bentuk persamaan

(*covariance of equation*)

lihat : **kovarian persamaan**

kekararan-bentuk persamaan elektromagnetik

(*covariance of electromagnetic equations*)

lihat : **kovarians persamaan elektromagnetik**

kekararan bentuk persamaan Maxwell

(*covariance of Maxwell's equations*)

lihat : **kovarians persamaan elektromagnetik**

kekararan nisbian muatan

kekararan muatan rihaat sebagai akibat kekararan (kuadrat) panjang vektor-4 rapat arus-muatan $J\mu = (J, j\rho c)$;

di sini J = rapat arus dan
 ρ = rapat muatan
 sedang c = kecepatan cahaya
 (*relativistic invariance, charge*)

kekararan fase

tidak berubahnya fase gelombang ($k, r - wt$) dalam alihragam Lorentz, sebab ia merupakan darab (hasil kali) skalar antara **vektor-empat tetapan perambatan-frekuensi sudut** ($k, jw/c$) dan **vektor-empat posisi-saat** (r, jct)
 (*phase, invariance of*)

kekararan persamaan Maxwell

persamaan medan elektromagnetik yang disajikan oleh empat persamaan Maxwell adalah karar terhadap alihragam Lorentz, bila persamaan tersebut ditulis dalam bentuk persamaan tensor medan
 (*invariance Maxwell's equations*)

kekararan selang

(*invariance of interval*)

lihat : selang (2); juga disebut invarians interval

kekararan selang ruang-waktu

besaran $s^2 = x_\mu x_\mu = x_\mu x_\mu = s^2$
 yang karar dalam alihragam

$$x_\mu = a_{\mu\nu};$$

juga disebut invarians intercal ruang-waktu
 (*invariance of the space-time interval*)

kekararan waktu

tidak berubahnya koordinat waktu dalam alihragam Galileo dari koordinat semula ke koordinat baru; juga disebut invarians waktu
 (*invariance of time*)

kararan adiabatik

suatu besaran fisis yang dapat tercatat (terkuantum) dan, sampai

penghampiran tertentu, tetap tak berubah di bawah perubahan yang lambat dari sebarang parameternya
(*adiabatic invariants*)

kararan-bentuk Lorentz

bentuk matematis yang tidak berubah dalam alihragam Lorentz; juga disebut **kovarian Lorentz**
(*Lorentz covariant*)

kararan kelengkungan

kararan (invariant) atau skalar R yang diperoleh dengan menyusut kedua indeks tensor kovarian peringkat dua *Ricci* $R_{\kappa\mu}$ dengan megalikannya dengan tensor matrik kontravarian $g^{\kappa\mu}$; jadi

$$R = g^{\kappa\mu} R_{\kappa\mu};$$

dalam malaran (kontinuum) Euklides, $R = 0$ di mana pun; juga disebut **kelengkungan skalar**
(*curvature invariant*)

kararan Lorentz

lihat : **skalar Lorentz**

kararan medan elektromagnetik

($F_{\mu\nu}F_{\mu\nu}$), yang merupakan kararan medan elektromagnetik, adalah jumlah kuadrat semua (enambelas) komponen tensor medan ($F_{\mu\nu}$), yang sama dengan $2(B^2 - E^2)$, dengan E = medan elektrik dan B = imbas magnetik; kararan yang lain adalah $\epsilon_{\kappa\lambda\mu\nu}F_{\kappa\lambda}F_{\mu\nu}$, dengan $\epsilon_{\kappa\lambda\mu\nu}$ = tensor satuan antisetangkup lengkap peringkat 4 (*electromagnetic field, invariants of*)

kararan ruang-waktu

besaran yang nilainya tidak berubah dalam alihragam Lorentz, -- jadi seperti skalar; juga disebut **invarian ruang-waktu**
(*space time invariant*)

kararan semu

besaran yang hanya mempunyai magnitudo dan yang dalam

alihragam Lorentz berperilaku seperti skalar, tetapi tandanya berubah dalam pemantulan ruang dan/atau waktu; juga disebut pseudo skalar; skalar semu; pseudo-invarian (*pseudo-invariant*)

kararan skalar

(*scalar invariant*)

lihat : **skalar**

kararan tolok

kekararan medan-medan elektrik dan magnetik dan interaksi-interaksi elektrodinamik dalam alihragam tolok; juga disebut

invarians tolok

(*gauge invariance*)

kausalitas

1 asas yang menyatakan bahwa suatu peristiwa tidak dapat mendahului penyebabnya; dalam teori kenisbian, suatu peristiwa tidak dapat mempunyai efek di luar kerucut cahaya masa depannya; 2 dalam teori medan kuantum relativistik, asas bahwa pengandar medan pada titik-titik ruang-waktu yang berbeda dapat balik-urut jika pemisahan titik tersebut adalah bak-ruang (*causality*)

-kekal

kekekalan massa

massa tidak dapat diciptakan (kecuali dalam **penciptaan/kreasi pasangan**) dan tidak dapat dimusnahkan (kecuali dalam **pemusnahan/anhilasi pasangan**); dalam kreasi/anhilasi itu berlaku kesetaraan antara massa dan tenaga $E = mc^2$

(*mass conservation*)

kekekalan muatan

hukum yang menyatakan bahwa muatan total suatu sistem terpencil adalah tetap; belum ada pelanggaran hukum ini yang ditemukan

(*conservation of charge*)

kekekalan pusa

asas yang menyatakan bahwa bila suatu sistem massa hanya mengalami kakas-kakas dakhil (forsa-forsa internal) yang dikerjakan oleh massa-massa sistem itu terhadap satu sama lain, vektor pusa total sistem itu tetap; juga disebut **konservasi momentum**

(*momentum conservation*)

kekekalan tenaga

tenaga tak dapat diciptakan atau dimusnahkan melainkan hanya dapat diubah bentuknya; juga disebut **konservasi energi**

(*energy conservation*)

kerucut arah nol

kerucut cahaya dalam ruang-waktu Minkowski dengan nilai pemisahan kuadrat sama dengan nol

(*cone of zero directions*)

kerucut cahaya

kerucut $r^2 = c^2 t^2$ dalam ruang-waktu Minkowski, yang merupakan sempadan antara kawasan **selang bakwaktu** (di dalamnya) dan kawasan **selang bakruang** (di luarnya), dan yang bagian atas dan bawahnya, nisbi terhadap puncak kerucut itu, berturut-turut merupakan kawasan peristiwa **masa depan** dan **masa lampau**

(*light cone*)

kerucut nol

kerucut dalam **ruang-waktu Minkowski**, yang (1) merupakan tempat kedudukan (lokus) titik-titik **jagat** yang terpisah dari titik "di sini-kini", yakni puncak kerucut itu, dengan selang ruang-waktu yang nilainya nol, atau (2) memisahkan kawasan masa lampau dan masa depan dari kawasan antah-berantah

(*null cone*)

kerucut paruh-atas

bagian atas kerucut cahaya $y^2 = c^2 t^2$ dalam ruang-waktu caturmatra Minkowski yang melingkupi peristiwa-peristiwa yang

akan terjadi di masa depan; juga disebut **masa depan** atau **masa depan efektif**

(*upper-half cone*)

kerucut paruh-bawah

bagian bawah dari kerucut cahaya $r^2 = c^2t^2$ dalam ruang-waktu Minkowski, yang merupakan kawasan tempat peristiwa-peristiwa masa lampau telah terjadi; sumbu kerucut itu sumbu -t (waktu), dan puncaknya di $t = 0$; juga disebut **masa lampau** atau **masa lampau efektif**

(*lower half cone*)

kinetik klasik

ilmu mengenai gerak dan penyebab-penyebabnya berdasarkan atas ketiga hukum Newton dalam ruang trimatra dan waktu yang mutlak

(*classical kinetics*)

koefisien seretan Fresnel

koefisien $[1 - (1/n^2)]$ dengan $n =$ indeks bias zair, yang secara nisbian meralat suku aditif v dalam hasil **percobaan Fizeau** (1851) tentang kecepatan cahaya dalam **zair** yang mengalir pada arah perambatan cahaya itu, sehingga **rumus empiris Fizeau**

$$c^I = (c/n) \pm v$$

menjadi $c^I = (c/n) \pm v[1 - (1/n^2)]$

(*Fresnel's drag coefficient*)

konsep kelembaman Mach

kelembaman (inersia) suatu benda berasal dari pengaruh semua massa yang teragih di alam semesta; seandainya semua massa yang lain itu disingkirkan sehingga pengaruhnya tak ada lagi, maka kelembaman benda itu pun menjadi nol

(*Machian concept of inertia*)

konsep klasik waktu

konsep waktu yang mutlak dan tidak tergantung pada ruang, yang dipakai dalam mekanika klasik taknisbian dan karar-bentuk

(kovarian) dalam alihragam Galileo
(*time classical concept*)

konservasi energi

(*conservation of energy*)

lihat : **kekekalan tenaga**

konservasi momentum

(*conservation of momentum*)

lihat : **kekekalan pusa**

kontinuum caturmatra

(*four-dimensional continuum*)

lihat : **(kontinuum) ruang-waktu; malaran caturmatra**

kontraksi tensor

untuk suatu tensor yang mempunyai indeks atas dan indeks bawah, penjumlahan terhadap komponen-komponen yang indeks-indeksnya bernilai sama, sehingga diperoleh suatu tensor baru yang peringkatnya lebih rendah dua

(*contraction of tensor*)

koordinat Beltrami

koordinat-koordinat dalam ruang kecepatan Lobachevsky-Einstein, yakni v_x/c , v_y/c dan v_z/c dan rumus

(*Beltrami coordinates*)

koordinat ruang waktu

koordinat-koordinat ruang-waktu caturmatra Minkowski, yakni x , y , z dan ict

(*space time coordinate*)

kosmologi Newton

persamaan diferensial yang menyajikan berbagai model kosmologis dengan pemilihan parameter-parameternya yang berbeda, yang diturunkan dengan teori Newtonan; dalam penurunan persamaan model tersebut digunakan waktu semesta, yang tak

gayut pada semua pengamat; tafsiran fisis berbagai suku dalam persamaan tersebut serupa dengan dalam kosmologi nisbian (*cosmology, Newtonian*)

kosmologi nisbian

penerapan formalisme kenisbian rampat dalam skala yang jauh lebih besar daripada tata surya, yaitu terhadap gejala yang bersangkutan dengan ruang-waktu alam semesta itu sendiri secara keseluruhan (*cosmology, relativistic*)

kovarian hukum fisika

hukum-hukum fisika harus memenuhi **asas kovarians**; juga disebut **kekararan-bentuk hukum fisika**; **asas kovarians** (*covariance of physical laws*)

kovarian Lorentz

Lorentz covariant)

lihat : kekararan-bentuk Lorentz

kovarians persamaan

sifat persamaan yang semua sukunya dinyatakan dalam tensor berperingkat sama dalam ruang-waktu caturmatra Minkowski, sehingga bentuk persamaan itu tidak berubah di bawah pengaruh alihragam Lorentz ke kerangka acuan lembam lainnya; juga disebut **kekararan bentuk hukum fisika**; lihat : asas kovarians (*covariance of physical laws*)

kovarian persamaan elektromagnetik

sifat persamaan elektromagnetik yang semua sukunya dinyatakan dalam tensor berperingkat sama dalam ruang-waktu caturmatra Minkowski, sehingga bentuk persamaan ini tidak berubah di bawah pengaruh alihragam Lorentz ke kerangka-acuan lembam lainnya; juga disebut **kovarians persamaan Maxwell**, **kekararan bentuk persamaan Maxwell**, atau kekararan bentuk **persamaan elektromagnetik** (*covariance of electromagnetic equations*)

kovarians persamaan Maxwell

(covariance of Maxwell's equations)

lihat : **kovarians persamaan elektromagnetik**

kreasi partikel

(creation of particles)

lihat : **penciptaan zarah**

L

Lagrangean

selisih antara tenaga gerak T dan tenaga potensial V yang dinyatakan sebagai fungsi koordinat rampat dan fluksnya :

$$L = T(q_j, \dot{q}_j) - V(q_j)$$

(Lagrangean)

Lagrangean karar bentuk

Lagrangean yang ditulis dalam rumus sebagai

$$L' = \frac{1}{2}m_0(U_\mu U_\mu) + \frac{e}{c}(U_\mu A_\mu)$$

di sini U_μ adalah kecepatan-empat sedang A_μ adalah potensial vektor-empat; lihat : **Lagrangean**

(*covariant Lagrangean*)

-laju

kelajuan cahaya

kelajuan perambatan gelombang elektromagnetik dalam ruang hampa (vakum), yang berupa tetapan fisis yang nilainya $299.792,4580 \pm 0,0012$ kilometer per sekon; juga disebut **tetapan elektromagnetik** atau **kecepatan cahaya** (*speed of light*)

laju jam dalam medan gravitasi

dalam medan gravitasi yang lebih kuat, laju jam lebih lambat; lihat : **penangapan jam dalam medan gravitasi** (*rates of clocks in a gravitational field*)

-laku

perlakuan nisbian

perlakuan terhadap persoalan fisika dengan me rumus kan semua hubungan dalam bentuk kovarian Lorentz (*relativistic treatment*)

lambang Christoffel jenis kedua

lambang dengan tiga indeks yang merupakan fungsi koordinat, yang menyajikan sifat-sifat metris kontinum ruang-waktu bila diamati dalam sistem koordinat rampat, yakni

$${}^i_{kl} = \frac{1}{2} g^{im} \frac{\partial g_{mk}}{\partial x^i} + \frac{\partial g_{ml}}{\partial x^k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x^m}$$

yang dalam sistem koordinat rektilinear adalah nol (*Christoffel symbols of the second kind*)

lambang Christoffel jenis pertama

lambang berindeks tiga

$${}_{ikl} = \frac{1}{2} g \frac{\partial g_{ik}}{\partial x^l} + \frac{\partial g_{il}}{\partial x^k} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x^i}$$

dengan g_{ik} = tensor metrik (*Christoffel symbols of the first kind*)

lambang Kronecker

lambang :

$$\delta_{kl} = \begin{cases} 1 & \text{jika } K = l \\ 0 & \text{jika } K \neq l \end{cases}$$

juga disebut **delta Kronecker** (*Kronecker symbol*)

lambang tri-indeks Christoffel

{mn,q} yang juga ditulis r^a_{mn} , dan [mn,q] yang juga ditulis $r_{a,mn}$, yang hubungannya $\{mn,q\} = g^{qs} [mn,s]$;

lihat : **lambang Christoffel** jenis kedua dan jenis pertama
(*Christoffel three-index symbol*)

landai-empat

bila Q adalah fungsi skalar, maka vektor-empat dengan komponen turunan Q terhadap koordinat-empat, $\partial Q/\partial x_\mu$, adalah landai empat tersebut; juga **gradien-empat**
(*four-gradient*)

lanturan

pergeseran sudut yang tampak berhubungan dengan kedudukan sebuah benda langit dalam arah gerak pengamat, yang disebabkan oleh kombinasi kecepatan gerak pengamat dengan kecepatan cahaya; disebut juga **aberasi**
(*aberration*)

lanturan cahaya

pergeseran kedudukan bintang yang seolah-olah terjadi, sebagai akibat gerak bumi di edarannya; juga disebut **aberasi cahaya**; **aberasi cahaya Bradley**
(*light aberration*)

Laplacean

(*Laplacean*)

lihat : **persamaan d'Alembert**

Laplacean-empat

pengandar (operator) skalar $\partial^2/\partial x_\mu \partial x_\mu$, dilambangkan dengan \square yang untuk ruang-waktu caturmatra beranalogi dengan pengandar Laplace; juga disebut **d'Alembert-an**; lihat : **pengandar Laplace-empat**
(*four-Laplacean*)

lenggokan edar

melenggoknya edaran (berpresesinya orbit) suatu zarah atau benda, artinya pusat edaran itu juga beredar atau bergeser; lenggokan edar elektron yang mengelilingi inti atom hidrogen, misalnya, adalah efek nisbian karena membesarnya massa

elektron itu sebagai akibat kecepatannya yang sekita $0,1 c$; di sini c ialah kecepatan cahaya; lihat : **kenisbian** (*orbital precession*)

lenggokan geodesik

lenggokan (presesi) yang muncul dalam pemindahan sejajar sumbu giroskop mengelilingi bumi, bila giroskop itu dipasang di bumi atau dalam suatu satelit buatan yang beredar mengelilingi bumi juga disebut **presesi geodesik**

lenggokan Lenes-Thirring

(*Lenes-Thirring precession*)

lihat : **seretan kerangka lembam**

lengkok Thomas

lengkok (presesi) kerangka-rihat elektron dengan frekuensi sudut

$$\omega_T = (\gamma - 1) (\mathbf{v} \times \mathbf{a}) / v^2$$

karena elektron yang mengedari inti atomnya dengan kecepatan v itu mengalami percepatan sesat a ; lengkok ini merupakan efek kinematik nisbian yang jika diperhitungkan akan memberikan baik efek Zeeman janggal (anomal) maupun pemisahan struktur-halus yang benar, yang pertelingkahannya belum dapat diluruskan oleh Uhlenbeck dan Gudsmit dengan memberikan nilai 2 pada faktor-g elektron; di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya (*precession, thomas*)

-lengkung

kelengkungan Gauss

determinan matriks f_{ij} , yakni turunan panggu (derivatif parsial) tingkat-dua fungsi $z = F(x,y)$ yang melukiskan permukaan dalam ruang Cartesius trimatra (x,y,z) , ke x dan ke y di sekitar titik asal koordinat P:

$$K = |f_{ij}| = \left| \begin{pmatrix} -\frac{\partial^2 F(x,y)}{\partial x \partial y} \end{pmatrix} \right|_P = \begin{vmatrix} k & 0 \\ 0 & k_2 \end{vmatrix} = \kappa_1 \kappa_2$$

juga disebut **kelengkungan total**
(*Gaussian curvature*)

kelengkungan ruang

1 penyimpangan suatu subruang trimatra bakruang dari ruang-waktu lengkung, dari geometri Euklides; 2 kelengkungan Gauss suatu subruang trimatra bakruang dari ruang-waktu lengkung
(*curvature of space*)

kelengkungan skalar

(*scalar curvature*)

lihat : **kararan kelengkungan**

kelengkungan total

(*total curvature*)

lihat : **kelengkungan Gauss**

pelengkungan cahaya

pembelokan lintasan cahaya karena pengaruh medan gravitasi yang kuat, akibat kandungan tenaga foton cahaya itu
(*bending of light*)

lengkungan Gauss

kararan suatu permukaan yang ditentukan oleh teorema Gauss
(*Gauss curvature*)

lengkungan skalar

fungsi skalar di ruang Riemann, yang sama dengan $g_{ij}R^{ij}$; di sini g_{ij} = komponen-komponen tensor metrik, dan R^{ij} = komponen-komponen tensor kelengkungan; dalam kontraksi tensor R^{ij} di atas, dipakai **perjanjian penjumlahan Einstein**; juga disebut **skalar kelengkungan**; **skalar Ricci**; **skalar Riemann**
(*scalar curvature*)

lipat-banyak Riemann

lipat-banyak yang terturunkan, yang vektor-vektor singgung pada setiap titiknya mempunyai darab (hasil-kali)-dalam yang

didefinisikan sedemikian rupa, sehingga memungkinkan penela-
ahan rampat atas jarak dan kerejangan (ortogonalitas)
(*Riemannian manifold*)

luasan bakruang

luasan trimatra dalam ruang-waktu caturmatra yang mempunyai
sifat bahwa tidak ada peristiwa pada luasan itu yang terletak di
masa depan ataupun masa lampau setiap peristiwa lain diluasan
tersebut

(*spacelike surface*)

lubang hitam

suatu daerah ruang-waktu yang gravitasinya sedemikian kuat
sehingga tak ada apa pun yang dapat lepas dari situ, menurut
fisika klasik; koreksi kuantum menunjukkan bahwa lubang hitam
memancarkan zarah-zarah dengan suatu suhu yang berbanding
terbalik dengan massa dan berbanding lurus dengan tetapan
Planck

(*black-hole*)

M

malaran caturmatra

(continuum, four-dimensional)

lihat : **ruang-waktu**

malaran ruang-waktu

(space-time continuum)

lihat : **ruang-waktu**

masa depan

(future)

lihat : **kerucut-paruh atas**

masa depan afektif

(affective future)

lihat : **masa depan**

masa depan mutlak

untuk suatu peristiwa, semua peristiwa lain yang dapat dicapai oleh isyarat yang dipancarkan pada peristiwa tadi dengan kecepatan tak lebih besar dari kecepatan cahaya dalam ruang hampa; juga disebut **masa depan**

(absolute future)

masa kini

puncak $t = 0$ kerucut cahaya $r^2 = c^2 t^2$, yang merupakan peralihan dari **masa lampau** ke **masa delapan**

(present)

masa lampau*(past)*lihat : **kerucut-paruh bawah****masa lampau afektif***(affectove past)*lihat : **masa lampau****masa lampau mutlak**

untuk suatu peristiwa, semua peristiwa lain yang dapat memancarkan isyarat dengan kecepatan tak melebihi kecepatan cahaya dalam ruang hampa dan mencapai peristiwa tadi; juga disebut **masa lampau**

*(absolute past)***masa bujur**

massa $m_b = \gamma^3 m_0$ yang merupakan tetapan kesebandingan antara kakas (forsa) dan percepatan nisbian bila percepatan itu sejajar dengan arah sesaat kecepatan v ; di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya, sedang $m_0 =$ massa rihat

*(longitudinal mass)***masa efektif**

parameter bermatra massa

$$m_{ef} = (\hbar^2/4\pi^2) (\partial^2 E/\partial k^2)^{-1}$$

yang sering dipakai dalam teori pita zatat; di sini \hbar adalah tetapan Plank, sedang $E = E(k)$ adalah tenaga sebagai fungsi bilangan gelombang k

*(effective mass)***masa elektromagnetik**

bagian dari kelembamban total suatu benda bermuatan yang timbul dari muatan elektriknya; bila kecepatan benda kecil dibandingkan dengan kecepatan cahaya, massa elektromagnetik suatu muatan e yang dibawa oleh bola beruji a adalah sama dengan $(2/3)\mu(e^2/a)$; di sini μ adalah ketelapan (permeabilitas)

magnetik zantara; efek ini disebabkan oleh kenyataan bahwa gerak muatan membangkitkan medan magnetik, yang tenaganya sebanding dengan kuadrat kecepatan muatan itu; untuk kecepatan yang menghampiri kecepatan cahaya, massa elektromagnetik ini bertambah besar secara nisbian
(*electromagnetic mass*)

massa gravitasi

massa suatu zarah yang menentukan besar kakas (forsa) yang dialaminya dalam suatu medan gravitasi, yang sama dengan massa lembam menurut asas kesetaraan
(*gravitational mass*)

massa lembam

massa suatu benda yang ditentukan dengan hukum Newton kedua; jadi, bukan massa yang ditentukan oleh kesebandingannya dengan kakas (forsa) gravitasi; lihat : **massa gravitasi**
(*inertial mass*)

massa lintang

massa $m_1 = \gamma m_0$ yang merupakan tetapan kesebandingan antara kakas dan percepatan nisbian bila percepatan itu renjang (tegak lurus) terhadap arah sesaat kecepatan v ; di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya, sedang $m_0 =$ massa rihat
(*transverse mass*)

massa negatif

konsep yang dapat dipahami dalam kerangka-pikir asas kesetaraan semua kerangka acuan, kesetaraan antara massa lembam dan massa gravitasi dan bahkan konsep kelembaman Mach; benda bermassa negatif akan menolak semua benda (baik yang bermassa positif maupun yang bermassa negatif); jadi dua benda yang massanya negatif akan saling bertolakan sedang benda yang bermassa positif akan menarik benda yang massanya negatif dan benda yang massanya negatif akan menolak benda yang massanya positif, sehingga mereka akan berkejaran
(*massa, negative*)

assa nisbian

massa zarah atau benda yang bergerak dengan kecepatan v terhadap kerangka acuan tempat nilainya ditentukan, yakni

$$m = \gamma m_0;$$
 di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya, sedang $m_0 =$ massa riha; lihat : **massa lintang** (*relativistic mass*)

massa riha

massa m_0 suatu zarah di dalam kerangka tempat zarah tersebut tampaknya riha (tidak bergerak) (*rest mass*)

massa wajar

massa yang diukur di kerangka rihatnya; jadi sama dengan massa riha m_0 , dan lebih kecil dengan faktor γ kalau dibandingkan dengan **massa nisbian** m yang bergerak terhadap kerangka riha itu dengan kecepatan v ; jadi

$$m_0 = m/\gamma;$$
 di sini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya (*proper mass*)

matriks Lorentz

matriks $L_{\mu\nu}$ dalam alihragam Lorentz $x'_\mu = L_{\mu\nu}x_\nu$ vektor-empat

$$x = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ jct' \end{bmatrix}$$

menjadi vektor-empat

$$x' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ jct' \end{bmatrix}$$

bentuk $L_{\mu\nu}$ tergantung pada apakah kecepatan nisbi dalam alihragam itu sejajar dengan salah satu sumbu koordinat (seperti dalam **alihragam Lorentz khusus**), atau mempunyai arah sembarang (seperti dalam **alihragam Lorentz rampat**) (*Lorentz matrix*)

medan gravitasi

1 medan gravitasi yang benar-benar ada di alam, yang memiliki ketakseragaman karena agihan massa di dalamnya, dan tidak dapat sepenuhnya diganti dengan medan setara yang diciptakan dalam sistem yang dipercepat; 2 medan dalam suatu daerah di ruang yang memiliki agihan massa, yang di dalamnya suatu zarah uji akan mengalami kakas (forsa) gravitasi; secara kuantitatif, kakas (forsa) gravitasi per satuan massa pada zarah di suatu titik tertentu (*gravitational field*)

medan grafitasi sementara

medan gravitasi khusus yang dapat digantikan oleh medan kakas (forsa) tertentu dalam sistem yang dipercepat dengan sesuai, misalnya sistem yang jatuh bebas (*temporary gravitational fields*)

medan gravitasi serbasama

medan gravitasi dengan intensitas tetap, yang di dalamnya massa lembam suatu benda sama dengan massa gravitasinya (*gravitational field, homogeneous*)

medan kakas fiktif

medan yang memberikan kakas lembam (inersial) dan bukan medan kakas gravitasi yang nyata (*fictitious field of force*)

medan setangkup memusat

medan yang dibangkitkan oleh agihan materi setangkup memusat dan gerak entitas yang dipengaruhinya juga setangkup memusat, sehingga kecepatannya pada setiap titik ruang dan pada setiap saat waktu adalah meruji (radial) (*centrally symmetric fields*)

medan skalar

- 1 medan yang terdiri atas skalar-skalar suatu ruang vektor;
- 2 medan yang berbirikan fungsi kedudukan dan waktu yang nilainya di setiap titik berupa skalar
(*scalar field*)

medan tensor

ruang yang setiap titiknya mewakili sebuah tensor
(*tensor fields*)

medan vektor

medan, seperti medan gravitasi atau medan magnetik, yang di dalamnya magnitudo dan arah besaran vektornya merupakan fungsi kedudukan bernilai tunggal; medan itu dapat dipetakan dengan garis lengkung yang arahnya pada setiap titik ialah arah vektor itu dan rapatnya (artinya, jumlahnya per satuan luas yang melintasi luasan anata-kecil yang renjang/tegak lurus terhadap garis-garis itu) sebanding dengan magnituddo (besaranya) vektor pada titik itu; garis ini disebut **garis fluks** atau **garis kakas (forsa)**
(*vector field*)

metode Weizsacker-William

metode untuk menghitung sinar-abar yang dipancarkan bila dua zarah yang tenaga gerak nisbinya jauh lebih besar daripada tenaga istirahatnya berbenturan; dalam kerangka riha salah satu zarah itu, medan zarah lainnya setara dengan foton maya, dan hamburan Compton foton-foton ini oleh zarah yang riha diperhitungkan
(*Weizsacker-William method*)

metrik

tensor $g_{\alpha\beta}$ yang menetapkan kaitan antara jarak pisah fisis dua titik dengan pergeseran koordinat salah satu titik itu terhadap titik yang lain; kalau dx^a mewakili komponen $-a$ dari vektor pergeseran dr titik yang kedua terhadap titik yang pertama, maka kuadrat jarak itu (dengan **perjanjian penjumlahan Einstein**)

$$ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta;$$

dalam sistem koordinat Cartesius, misalnya, $g_{\alpha\beta} = \delta_{\alpha\beta}$, sedang dalam **ruang-waktu Minkowski**

$g_{ij} = \delta_{ij}$ ($i, j = 1, 2, 3$) dan $g_{44} = -1$;
di sini δ_{ij} dan $\delta_{\alpha\beta}$ adalah delta Kronecker
(*metric*)

metrik kuasi-Euklides

(*quasi-Euclidean metric*)

lihat : **metrik normal**

metrik Minkowski

tensor metrik ruang-waktu Minkowski yang dipakai dalam kenisbian khusus, yakni matriks 4×4 yang unsur-unsurnya yang tidak nol terletak pada diagonalnya, yakni 1 yang bersangkutan dengan koordinat waktu dan masing-masing -1 yang bersangkutan dengan ketiga koordinat ruang

(*Minkowski metric*)

metrik normal

nilai-nilai tensor metrik $g_{\mu\nu}$ dalam ruang kuasi-Euklides, yakni :

$$\begin{aligned} g_{\mu\nu} &= +1 \text{ untuk } \mu = \nu = 1, 2, 3 \\ &= -1 \text{ untuk } \mu = \nu = 4 \\ &= 0 \text{ untuk } \mu \neq \nu \end{aligned}$$

seberapa jauh nilai-nilai $g_{\mu\nu}$ yang sebenarnya dari nilai-nilai normal itu merupakan ukuran derajat penyimpangan **metrik sejati** atau **metrik Riemann** dari metrik normal atau **metrik kuasi Euklides** itu, dan ini menentukan derajat "kelengkungan" malaran (kontinum) ruang-waktu itu menurut pengamatan dari sebarang kerangka acuan K

(*metric, normal*)

metrik Riemann

metrik $g_{\mu\nu}$ dalam ruang Riemann, yang menentukan kuadrat jarak keunsuran ds^2 antara titik x^μ dan titik $x^\mu + dx^\mu$ dalam persamaan

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu ;$$

disini dipakai **perjanjian penjumlahan Einstein**; lihat **metrik normal**

(*Riemannian metric*)

metrik ruang

1 metrik $g_{\mu\nu}$ dalam kuadrat selang ruang-waktu

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu ;$$

yang bersangkutan dengan ketiga komponen-ruang pergeseran keunsum dx^μ ; untuk ruang-waktu Minkowski,

$$g_{ij} = \delta_{ij} \text{ (i, j = 1, 2, 3) dan } g_{44} = -1;$$

2 metrik I_{ij} dalam $ds^2 = I_{jk} dx^i dx^j$ dalam ruang trimatra, yang mempunyai kelengkungan tetap yang positif (untuk ruang sferis atau eliptik), negatif (untuk ruang hiperbolik), atau nol (untuk ruang "parabolik" atau Euklides)

(*spatial metric*)

metrik-ruang alam semesta

metrik $g_{ij} = \delta_{ij}$ (i, j = 1, 2, 3) dalam ruang-waktu Minkowski
(*spatial metric of the universe*)

metrik Schwarzschild

metrik ruang-waktu yang berisi massa tunggal di titik asal koordinat ruang dengan agihan setangkup-bola, yakni

$$g_{11} = e^\lambda \quad g_{22} = r^2 \quad g_{33} = r^2 \sin^2 \theta \quad g_{44} = -e^\nu$$

dan $g_{\alpha\beta} = 0$ untuk $\alpha \neq \beta$

dengan λ dan ν fungsi waktu yang belum diketahui, sehingga determinannya

$$g = |g_{\alpha\beta}| = -r^4 \sin^2 \theta e^{\lambda+\nu};$$

penyelesaian Schwarzschild memberikan

$$\begin{aligned} e^\lambda &= 1/(1 - 2kM/c^2 r) \text{ dan} \\ e^\nu &= 1 - 2kM/c^2 r \end{aligned}$$

di sini k adalah tetapan gravitasi, M massa benda sentral itu dan r jarak dari titik asal ke titik pengamatan (*metric, Schwarzschild*)

metrik sejati

(*actual metric*)

lihat : **metrik normal**

model alam semesta metrik-waktu alam semesta

penyelesaian persamaan diferensial kosmologis

$$(dR/dt)^2 = c^2 [\Lambda R^2/3] + (C/R - \kappa)$$

dengan $R = R(t)$ = ruji kelengkungan alam semesta (sebagai fungsi waktu dalam evolusinya), Λ = tetapan kosmologis yang besar (magnitudo) dan tandanya belum diketahui, c = kecepatan cahaya, $C = (8\pi k/3c^4) (\in R^3)$ = tetapan positif yang mencirikan alam semesta, dan κ = indeks kelengkungan ruang yang nilainya bisa +1 (ruang sferis), 0 (ruang Euklides) atau -1 (ruang hiperbolik), dengan berbagai asumsi, seperti **model Einstein**, **model Eddington-Lemaitre**, **model Lemaitre** dan **model De Sitter** (*universe, models of*)

metrik-waktu alam semesta

metrik g₄₄ : -1 dalam **ruang-waktu Minkowski**

(*temporal metric of the universe*)

model alam semesta datar

penyelesaian persamaan diferensial kosmologis

$$\left(\frac{dR}{dt} \right)^2 = c^2 [1/3 \Lambda R^2 + \frac{C}{R} - \kappa]$$

untuk $\kappa = 0$, dan menghasilkan tiga penyelesaian, masing-masing untuk tetapan kosmologis Λ negatif, nol, dan positif (*flat models of the universe*)

model (alam) semesta Eddington-Lemaitre

model untuk penyelesaian persamaan diferensial kosmologis yang dikemukakan oleh Eddington dan Lemaitre, yang merupakan model alam semesta yang selalu mengembang sedemikian rupa, sehingga ketika $t \rightarrow -\infty$, kelengkungan semesta R menghampiri nilai tetap R_c secara asimtotis dari atas; nilai R_c itu sendiri diberikan oleh **model alam semesta Einstein** (*Eddington-Lemaitre model of the universe*)

model alam semesta Einstein

penyelesaian persamaan diferensial kosmologis yang memungkinkan visualisasi evolusi geometris alam semesta, dengan tetapan kosmologis

$$\Lambda = \Lambda_c = 4/(9c^2),$$

yang salah satu penyelesaiannya adalah statik murni dan berkaitan dengan nilai tetap kelengkungan semesta R , yakni

$$R_c = (\Lambda_c)^{-\frac{1}{2}} = 3C/2;$$

di sini c ialah tetapan positif yang merupakan ciri alam semesta, yang nilainya

$$C = (8\pi k/3C^4) (\in R^3)$$

(*Einstein's model of the universe*)

model alam semesta Einstein-de Sitter

suatu model alam semesta yang di dalamnya geometri Euclides biasa berlaku dengan baik, agihan materi menjangkau sampai ananta jauh pada setiap saat, dan semesta mengembang dari keadaan ananta mampat dengan laju sedemikian rupa, sehingga rapatnya berbanding terbalik dengan kuadrat waktu yang telah berlalu sejak awal pengembangan itu.

(*Einstein-de Sitter model of the universe*)

model alam-semesta Lemaitre

model alam semesta yang metrik ruang-waktunya

$$ds^2 = \{R(t)\}^2 \sum dx^k dx^k / [1 + \kappa/4 \sum_k x^k x^k] - c^2 dt^2$$

dengan $\kappa = +1$, "kelengkungan" ruang positif dan ruang yang sferis, serta tetapan kosmologis $\Lambda > 0$ ($\Lambda c = 4/9C^2$)
(*Lemaitre model of the universe*)

model alam semesta pegun

model yang bersangkutan dengan ruang rata yang praktis hampa materi dan sinaran; dengan kata lain, bersangkutan dengan ruang Euklides kosong; model ini menyajikan gambaran yang senantiasa sama di semua waktu, sebab (dengan $\kappa = 0$ dan $\epsilon = p = 0$), $(1/R) (dR/dt) = \text{tetap}$ ($= (N3)^{1/2} C$)
(*stationary model of the universe*)

model alam semesta rata

model alam-semesta yang metrik ruang-waktunya

$$ds^2 = \{R(t)\}^2 \sum dx^k dx^k / [1 + \kappa/4 \sum_k x^k x^k] - c^2 dt^2$$

dengan $\kappa = 0$, yang berayun untuk tetapan kosmologis $\Lambda < 0$, memuai secara monoton dengan laju yang menurun dengan waktu untuk $\Lambda = 0$ dan terus-menerus memuai (seperti model Lemaitre) untuk $\Lambda > 0$
(*flat model of the universe*)

model berayun alam semesta

model alam-semesta rata dengan tetapan kosmologis $\Lambda < 0$ yang memuai dan menyusut secara berselang
(*oscillating models of the universe*)

model de Sitter alam semesta

model alam semesta dengan tetapan kosmologis Λ sama dengan nol, parameter rapat sama dengan parameter perlambatan dan besarnya sama dengan $1/2$ (jadi $\delta = q = 1/2$) dan darab tetapan Hubble dengan waktu sama dengan $2/3$ untuk semua waktu; dengan kata lain :

$$Ht = 2/3$$

(*de Sitter model of the universe*)

model Friedmann

beberapa model penyelesaian persamaan diferensial kosmologis yang dimuali secara sistematis oleh Friedmann, untuk memungkinkan kita menggambarkan evolusi geometris alam semesta (*Friedmann model*)

model kosmologi (s)

model adalah tertutup bila $K = +1$, rata bila $K = 0$, dan lengkung terbuka bila $K = -1$; untuk masing-masing masih ada beberapa model tergantung pada apakah nilai Λ negatif, nol, atau positif; lihat : **persamaan diferensial kosmologis** (*cosmological models*)

model Lemaitre alam semesta

(*Lemaitre model of the universe*)

lihat : **model alam semesta Eddington-Lemaitre**

model lengkung terbuka alam semesta

model alam semesta yang metrik ruang-waktunya

$$ds^2 = (\{R(t)\}^2 \sum_k dx^k dx^k / [1 + \kappa / 4 \sum_k x^k x^k])^2 - c^2 dt^2$$

dengan $\kappa = -1$, "kelengkungan" ruang negatif dan ruang yang hiperbolik

(*open curved model of the universe*)

momentum relativistik

(*relativistic momentum*)

lihat: **pusa nisbian**

muatan karar

muatan yang tidak berubah dalam alihragam-alihragam tertentu (*invariant charge*)

-muka**permukaan bakruang**

permukaan trimatra dalam **ruang-waktu Minkowski** yang sama sekali tidak mengandung titik ruang-waktu (peristiwa)

yang terletak di dalam **masa depan mutlak** atau **masa lampau mutlak** peristiwa lain pada permukaan tersebut; misalnya permukaan $t = \text{tetap}$
(*spacelike surface*)

permukaan bakwaktu

permukaan dalam **ruang-waktu Minkowski** yang vektor normalnya di mana-mana bakruang
(*timelike surface*)

-mulur

pemuluran waktu

(*time dilatation*)

lihat : **kenisbian**

-muncul

pemunculan pasangan

(*pair production*)

lihat : **penciptaan pasangan**

-musnah

pemusnahan zarah

musnahnya zarah dan antizarahnya bila keduanya bertemu/benturan dan berubah menjadi dua foton gama; juga disebut

anihilasi partikel

(*annihilation of particles*)

N

-nisbah

kenisbahan

teori yang dibangun oleh Einstein dan terdiri atas dua bagian; yang pertama, yang diterbitkan pada tahun 1905 dan disebut **teori kenisbahan** khusus, aslinya dipostulatkan untuk menerangkan hasil negatif percobaan Michaelson-Morley; percobaan ini menunjukkan bahwa tak ada perbedaan yang terukur antara kecepatan cahaya bila diukur pada arah putaran bumi dan bila diukur pada arah yang renjang (tegak lurus) terhadap arah ini. Ini bertentangan dengan hukum klasik tentang kecepatan nisbi, yakni $V_{AB} = V_A - V_B$, kalau V_A , V_B , dan V_{AB} berturut-turut adalah kecepatan benda A dan kecepatan benda B terhadap seorang pengamat, dan kecepatan benda A terhadap pengamat yang bergerak bersama (menumpang) benda B; Einstein mempostulatkan bahwa semua hukum alam adalah sama untuk semua kerangka acuan yang bergerak nisbi terhadap satu sama lain dengan kecepatan tetap, dan bahwa kecepatan cahaya (c) adalah sama untuk semua kerangka semacam itu. Menurut dia, hubungan antara kecepatan-kecepatan itu begini :

$$V_{AB} = (V_A - V_B) / [1 - (V_A V_B / C^2)]$$

kalau V_A dan V_B arahnya sama; teori ini menyiratkan beberapa akibat yang penting; pertama, benda sepanjang (l_0) yang rihat dalam suatu kerangka acuan (A) akan tampak bagi seorang pengamat yang berada di kerangka acuan lain (B) mempunyai panjang

$$\gamma_{AB} = \gamma_0 \sqrt{1 - (V^2/C^2)}$$

kalau V_{AB} adalah kecepatan nisbi antara kedua kerangka acuan itu. Kalau $V_{AB} = 0,8c$, misalnya, maka $\gamma_{AB} = 0,6 \gamma_0$; efek ini disebut **penyusutan Lorentz-Fitzgerald**; akibat yang lain ialah membesarnya massa bila kecepatannya tinggi; tegasnya :

$$m_v = m_0 / \sqrt{1 - (V^2/C^2)};$$

di sini m_v ialah massa benda yang bergerak dengan kecepatan v , sedang m_0 massa rihaat benda itu; membesarnya massa ini menimbulkan akibat yang penting pada kecepatan setingkat c ; misalnya, kecepatan rerata elektron yang mengedari inti atom hidrogen ialah $0,1c$; sebagai akibat membesarnya massa elektron itu, edaran (orbit)nya melenggok (berpresesi) di sekeliling inti atom tersebut; membesarnya massa dengan kecepatan ini menghasilkan persamaan

$$E = mc^2$$

yang menyatakan kesetaraan massa m dengan tenaga E ; jadi, massa adalah suatu bentuk tenaga, dan bila ia dimusnahkan (misalnya dalam reaksi nuklir), maka timbullah tenaga; **muluran (dilasi) waktu** adalah akibat yang lain lagi; menurut gejala ini, kalau dua orang pengamat bergerak dengan kecepatan tetap nisbi terhadap satu sama lain, akan tampak pada masing-masing pengamat itu seolah-oleh jam yang dibawa/dipakai rekannya yang bergerak itu melambat; ini mempengaruhi konsep **keseperentakan** atau **kebarengan (...)**; (**simultanitas**);

rumusan matematis teori kenisbian khusus diberikan oleh Minkowski; rumusan itu didasarkan pada gagasan bahwa suatu peristiwa ditentukan oleh empat koordinat, yakni tiga koordinat ruang (x, y, z) dan satu koordinat waktu (ict); koordinat-koordinat ini menentukan ruang caturmatra yang disebut **ruang(-waktu caturmatra) Minkowski**, dan gerak suatu zarah dapat diperikan dengan sebuah lengkungan dalam

ruang ini, yang disebut (**lengkung**) **ruang-waktu Minkowski**; sumbu-sumbu koordinat pengamat-pengamat yang berbeda dihubungkan oleh **persamaan alihragam Lorentz**; teori kenisbian khusus kenamengena dengan gerak nisbi antara kerangka-kerangka acuan yang tidak dipercepat; bagian kedua dari teori Einstein, yang diterbitkannya pada tahun 1915, dan disebut **teori kenisbian rampat**, menelaah gerak nisbi antara kerangka-acuan yang dipercepat; dalam kerangka acuan yang dipercepat, muncul kakas-kakas (forsa-forsa) fiktif tertentu, seperti kakas emparan (sentrifugal) dan kakas Coriolis yang ada dalam sistem yang berputar; ini disebut kakas-kakas fiktif, sebab mereka hilang bila pengamatnya beralih kesistem yang tidak dipercepat; misalnya, bagi seorang pengamat dalam mobil yang melaju di tikungan dengan kelajuan tetap, benda-benda di dalam mobil itu tampak mengalami kakas (forsa) yang arahnya ke luar, yang di-sebut kakas emparan (forsa sentrifugal); bagi pengamat yang berada di luar mobil itu, itu tak lebih dari kecenderungan untuk terus bergerak dalam arah yang lurus. Kelembaman (inersia) mobil itulah yang dilihat oleh pengamat yang berada di dalam mobil itu sebagai kakas fiktif; maka dapat dibedakan antara kerangka acuan taklembam (non-inersial), yakni yang dipercepat, dan kerangka acuan lembam (inersial), yakni yang bergerak dengan kecepatan tetap; hal yang lain lagi ialah, bagi pengamat yang berada di dalam mobil itu, semua benda di dalam mobil itu memperoleh percepatan yang sama, tidak tergantung pada massanya; ini menyiratkan adanya hubungan antara kakas fiktif yang timbul dari sistem dipercepat dan kakas yang disebabkan oleh gravitasi, yang juga menimbulkan percepatan yang tidak tergantung pada massa benda yang bersangkutan; misalnya, jika seorang pengamat dikurung di dalam pesawat ruang-angkasa yang dindingnya legap (tidak bening) dan pesawat itu berputar di tempat yang jauh dari efek gravitasi yang kuat, maka ia tidak akan dapat memastikan, apakah kakas yang menekannya ke "lantai" pesawat itu kakas gravitasi atau kakas emparan. Ini membawa Einstein ke sim-

pulan yang di-sebut **asas kesetaraan**, yakni bahwa massa lembam (inersial) sama dengan massa gravitasi; asas selanjutnya dalam teori kenisbian rampat ialah bahwa hukum-hukum mekanika dalam kerangka acuan lembam dan taklembam adalah sama; kesetaraan antaran medak gravitasi dan kakas-kakas fiktif dalam sistem tak-lembam dapat nyatakan dengan menggunakan **ruang-waktu Riemann**, yang berbeda dengan ruang waktu dalam teori kenisbian khusus (**ruang-waktu Minkowski**); dalam kenisbian khusus, gerak zarah yang tidak dipengaruhi kakas sama sekali diwakili oleh garis lurus dalam ruang-waktu Minkowski; dalam kenisbian rampat, dengan memakai ruang-waktu Riemann gerak itu diwakili oleh garis yang tidak lagi lurus, tetapi oleh garis yang memberikan jarak paling pendek; garis semacam itu disebut **geodesik**. Jadi ruang-waktunya dikatakan lengkung; kenyataan bahwa efek gravitasi terjadi di dekat massa dimasukkan ke dalam teori ini dengan mempostulatkan bahwa kehadiran materi menimbulkan kelengkungan ruang-waktu ini;

ramalan-ramalan teori kenisbian rampat hanya berbeda sedikit dengan teori Newton, dan kebanyakan dari pengujian ramalan itu dilakukan melalui pengamatan-pengamatan dalam astronomi; misalnya, kenisbian rampat itu menjelaskan insutan dalam perihelion (titik yang terdekat dengan matahari dalam edaran planet atau komet) Merkurius, pelengkungan cahaya di dekat benda-langit yang besar, dan **insutan Einstein**; dalam teori gravitasi Newton, kenyataan bahwa dua benda bergerak dalam lintasan yang lengkung karena kehadiran satu sama lain, ditafsirkan sebagai disebabkan oleh interaksi antara keduanya; teori kenisbian rampat mengganti tafsiran ini dengan gagasan bahwa hal itu disebabkan oleh sifat-sifat geometrik ruang itu sendiri; banyak upaya telah dicoba untuk merumuskan suatu **teori medan terpadu** yang juga mencakup interaksi nuklir dan elektro-magnetik sebagai akibat sifat-sifat geometrik ruang-waktu; sejauh ini, upaya-upaya itu belum ada yang berhasil
(*relativity*)

kenisbian keserentakan

tidak karar (invarian)nya keserentakan dua peristiwa, artinya serentak atau tidaknya dua peristiwa itu tergantung pada gerak nisbi antara peristiwa-peristiwa itu dan pengamatnya, juga disebut **relativitas simultanitas**; lihat : **keserentakan** (*relation of simultaneity*)

kenisbian khusus

bagian dari teori kenisbian yang menghubungkan pengamatan pengamat-pengamat yang bergerak dengan kecepatan nisbi yang tetap dan mempostulatkan samanya semua hukum alam untuk semua pengamat semacam itu (*spacial relativity*)

kenisbian pengukuran panjang

tergantungnya hasil pengukuran panjang pada gerak nisbi antara pengamat dan benda /batang/ jarak yang diukur olehnya, sebagai akibat **penyusutan (kontraksi) Lorantz-Fitzgerald**; batang yang bergerak dengan kecepatan v yang tinggi pada arah bujurnya, akan lebih pendek dari pada panjang batang itu dalam keadaan riha, sebab hubungannya ialah :

$$L_0 = L\gamma;$$

di sini L_0 dan L berturut-turut ialah panjang batang yang riha dan yang bergerak, sedang $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$ dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya

relativity of length measurement)

kenisbian pengukuran waktu

tergantungnya hasil pengukuran waktu pada gerak nisbi (relatif) antara pengamat dan peristiwa yang waktunya diukur olehnya, sebagai akibat **pemuluran (dilasi) waktu**; umur-paruh $T_{1/2}$ meson berkecepatan tinggi, misalnya, bisa jauh lebih panjang daripada umur-paruh meson yang sama bila dalam keadaan riha $T_{1/2}^0$, sebab hubungannya ialah :

$$T_{1/2}^0 = T_{1/2}/\gamma$$

dengan $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$, $\beta = v/c$,

v = kecepatan meson yang bergerak itu, dan

c = kecepatan cahaya

(*relativity of time measurement*)

kenisbian rampat

teori Einstein yang merampatkan kenisbian khusus pada kerangka-kerangka acuan taklembam dan memasukkan gravitasi; dalam teori ini peristiwa-peristiwa terjadi dalam ruang lengkung (*general relativity*)

norma vektor

1 darab (hasil kali) titik (skalar) sebuah vektor dengan dirinya sendiri, atau akar dari darab ini, yakni skalar yang merupakan ukuran panjang atau nilai mutlak vektor itu; 2 panjang suatu vektor :

$$|A| = \sqrt{A^2 + A^2 + A^2}$$

atau kuadratnya :

$$|A|^2 = A.A$$

(*norm of vector*)

O

operator Laplace empat

Laplacean operator, four)

lihat : **pengandar Laplace empat**

P

panjang sinaran

panjang lintasan rerata yang diperlukan untuk mengurangi tenaga zarah-bermuatan nisbian dengan faktor $1/e$ atau 0,368 ketika zarah itu melalui bahan/materi; juga disebut **satuan riam; satuan sinaran**
(*radiation length*)

panjang wajar

panjang L_0 yang diukur oleh pengamat yang riha terhadapnya yang, sebagai akibat penyusutan **Lorent-FitzGerald**, ternyata lebih panjang dengan faktor γ kalau dibandingkan dengan panjang L diukur oleh pengamat yang bergerak dengan kecepatan v ; jadi :

di sini $\gamma = 1 / \sqrt{1 - \beta^2}$, dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya
(*proper length*)

paradoks jam

kontradiksi semu antara asas kenisbian, yang menyatakan kese-taraan pengamat-pengamat yang berbeda, dan prediksi, yang juga bagian dari teori kenisbian, bahwa jam pengamat yang lewat ulang-ulik dengan kecepatan tinggi akan lebih lambat daripada jam seorang pengamat yang riha; juga disebut sebagai **paradokssi kembar**
(*clock paradox*)

paradoks Mach

dalam medan gravitasi di ruang ananta luas yang tidak dibatasi oleh syarat-syarat batas, tempat konsep "percepatan nisbi terhadap ruang" kehilangan makna, benda elipsoidal yang berputar tidak dapat dibedakan dengan benda berbentuk bola yang tidak berputar; paradoks ini muncul karena medan seperti itu sebenarnya tidak mungkin ada
(*Mach's paradox*)

paradoks si kembar

paradoks terjadinya perbedaan umur atau ketuaan antara dua saudara kembar, yang merupakan akibat pemuluran waktu, bila satu di antaranya melaju dengan kecepatan tinggi di ruang angkasa, lalu kembali menemui saudara-kembarnya di bumi; lihat **paradoks jam**
(*twin paradox*)

parameter alihragam

parameter $\beta = v/c$ dalam alihragam Lorentz dari kerangka $O(x,y,z,t)$ ke kerangka $O'(x',y',z',t')$ yang titik asal dan semua sumbu koordinatnya yang bersesuaian berimpit pada saat awal ($t = t' = 0$), dan kecepatannya, nisbi terhadap kerangka $O(x,y,z,t)$, ialah v ; di sini c adalah kecepatan cahaya
(*Lorentz transformation parameter*)

parameter Eddington-Robertson

untuk $r' < (KM/2c^2)$, metrik Schwarzschild dirampatkan dalam bentuk

$$ds^2 = (1 + \gamma \frac{2KM}{c^2 r} + \dots) \{dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)\}$$

$$(1 - a \frac{2kM}{c^2 r} + \beta \frac{2K^2 M^2}{c^2 r^2} + \dots) c^2 dt^2$$

tetapan a , β dan γ adalah parameter Eddington-Robertson, yang nilainya dapat berbeda dari satu
(*Eddington-Robertson parameters*)

parameter Hubble

parameter $H = \dot{R}/R$ (dengan $R = R(t)$ adalah ukuran/dimensi alam semesta), yang menentukan evolusi semua model alam semesta Friedmann yang tekanannya nol (*Hubble parameter*)

parameter kosmologi(s)

parameter perlambatan $q = -R \ddot{R}/\dot{R}^2$, parameter rapat $\sigma = 4\pi k\mu/(3H^2) = c^2 C/(2H^2 R^2)$, parameter Hubble $H = \dot{R}/R$, dan parameter genting $\Lambda_c = 4/(9C^2) = (H^2/c^2) (3\sigma - q - 1)^3/90^2$; di sini $R = R(t)$ ialah ruji kelengkungan alam semesta, K tetapan gravitasi semesta, $\mu = \epsilon/c^2$ rapat massa rerata alam semesta, c kecepatan cahaya, dan $C = \frac{8\pi k}{3c^4}$ ialah tetapan positif yang

mencirikan alam semesta, sedangkan E adalah rapat tenaga alam semesta; titik di atas lambang besaran menunjukkan fluksi besaran itu, yakni turunan panggu (derivatif parsial)nya ke waktu

(*cosmological parameters*)

parameter perlambatan

parameter nirmatra yang lambangnya q dan diberikan oleh rumus

$$q = -\ddot{R}R/\dot{R}^2;$$

dengan $R =$ kelengkungan skalar; lihat diagram Robertson (*deceleration parameter*)

parameter rapat

parameter nirmatra $\sigma = 4\pi K\mu/(3H^2) = c^2 C/(2H^2 R^3)$

dengan $k =$ tetapan gravitasi semesta

$\mu =$ rapat materi

$H =$ parameter Hubble

$c =$ kecepatan cahaya

$C = 8\pi k (\epsilon R^3) 3C^4 =$ tetapan

$R =$ ukuran/ruji alam semesta, dan

$\epsilon = \mu c^2 =$ rapat tenaga wajar/rihat

lihat: **diagram Robertson**

(*density parameter*)

perihelion

titik terdekat dengan matahari dalam peredaran suatu planet
(*perihelion*)

peringkat tensor

bilangan r yang dalam ruang n -matra memberikan n^r = jumlah komponen tensor itu; jadi, tensor peringkat dua dalam ruang waktu caturmatra mempunyai $4^2 = 16$ komponen (misalnya tensor medan elektromagnetik), dan tensor peringkat dua dalam ruang trimatra mempunyai $3^2 = 9$ komponen (misalnya, tensor kelembaman/inersia)
(*rank of tensor*)

peristiwa

1 saat munculnya perubahan keadaan tertentu, yang biasanya menandai penyelesaian suatu pengandaran masukan/keluaran tak serempak; 2 suatu titik dalam ruang-waktu
(*event*)

-pesat**kepesatan**

untuk gerak nisbi, misalnya antara dua kerangka acuan lembam K dan K^1 , parameter $a = \tanh^{-1}\beta$ dengan $\beta = v/c$, v = kecepatan nisbi antara K dan K^1 , dan c = kecepatan cahaya
(*rapidity*)

-pisah**pemisahan antara peristiwa-peristiwa**

bila satu peristiwa 0 $(0,0,0,0)$ diambil sebagai titik asal, dan peristiwa yang lain ditulis dengan lambang E (x,y,z,ct) , maka kuadrat pemisahan (atau selang/interval) antara kedua peristiwa tersebut diberikan oleh

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2;$$

selang pemisahan antara peristiwa-peristiwa itu karar (invarian) dalam alihragam Lorentz, sehingga

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2t'^2;$$

juga disebut **selang antara titik-titik jagat**
(*events, separation between*)

postulat Einstein

(*postulates, Einstein's*)

lihat: **postulat kenisbian; kenisbian**

postulat kenisbian

postulat yang dipakai Einstein untuk membangun teori kenisbian; dalam kenisbian khusus, misalnya, postulat itu ialah bahwa

1. kecepatan cahaya adalah tetap tak tergantung pada gerak sumber dan atau pengamatnya, dan
2. hukum-hukum fisika dalam sebarang kerangka acuan lembam adalah sama;

lihat: **kenisbian**

(*postulate of relativity*)

postulat ketetapan kecepatan cahaya

salah satu dari postulat-postulat dalam teori kenisbian, yakni bahwa kecepatan cahaya di ruang hampa (vakum) adalah tetap, tidak tergantung pada gerak sumber dan/atau pengamatnya; jadi kecepatan cahaya adalah karar (invarian) terhadap alihragam (transformasi) Lorentz; lihat: **kenisbian**

(*postulate of the constancy of the velocity of light*)

postulat-postulat Einstein

1 semua sistem koordinat adalah setara untuk mengungkapkan gejala fisis; 2 laju cahaya dalam ruang hampa adalah sama untuk semua pengamat dan tak gayut pada gerak sumber dan/atau pengamatnya

(*Einstein postulates*)

postulat-postulat kenisbian tenaga rihat

1 tenaga rihat E_0 setara dengan masa rihat m_e :

$$E_0 = m_0 c^2$$

- 2 tenaga rihat adalah karar (invariant), dan nilainya sebanding dengan panjang vektor-4 **pusa-tenaga (momentum-energi)**

$$p^\mu = (p, jE/c):$$

$$p^2 = p^2 + p^2 + p_z^2 - E^2/c^2 = E^2/c^2$$

$$\text{atau} \quad E_0 = \sqrt{p^2} c$$

(relativistic postulates of rest energy)

postulat teori khusus

(postulates of the special theory)

lihat: **postulat kenisbian; kenisbian**

postulat Weyl

zarah-zarah substratum, yakni nebula-nebula dan sistem-sistem bintang, terletak pada seberkas geodesik yang memencar dari sebuah titik di masa lampau (anta atau ananta) dalam ruang-waktu kosmos

(Weyl's postulate)

potensial-empat

vektor-empat yang dilambangkan $A_\mu = (A, j\phi)$; di sini A adalah potensial vektor medan magnet, sedang ϕ adalah potensial skalar medan elektrik

(four-potensial)

potensial gasik

potensial yang bersumber pada suatu muatan pada saat $(t + r/c)$, yang dirasakan di titik yang jaraknya r dari muatan itu pada saat t ; konsep potensial gasik ini dipakai pertama kali oleh Dirac untuk memperoleh **swakakas** yang sesuai dengan daya yang dipancarkan elektron yang berosilasi

(advanced potensial)

potensial gravitasi

sejumlah usaha yang harus dikerjakan melawan kakas (forsa) gravitasi untuk memindahkan suatu zarah dengan massa satuan dari suatu letak acuan ke posisi tertentu; acuan itu lazimnya titik di ananta-jauh, tempat potensial gravitasi itu diandaikan sama dengan nol

(gravitational potensial)

potensial Lienard-Wiechert

potensial skalar dan potensial vektor tangap gasik yang dihasilkan oleh muatan-titik yang bergerak, dan dinyatakan dalam kedudukan dan kecepatan (tanggap dan gasik) muatan itu (Lienard- Wiechert potentials)

potensial maju

sebarang potensial elektromagnetik yang muncul sebagai penyelesaian persamaan medan Maxwell klasik, yang beranalogi dengan penyelesaian potensial tangap tetapi terletak pada kerucut cahaya ruang-waktu masa datang; juga disebut **potensial gasik**; lihat: **swatena elektron** (*advanced potential*)

potensial skalar

fungsi skalar yang landai (gradien) negatifnya sama dengan suatu medan vektor, setidaknya bila medan ini takgayut-waktu; misalnya potensial elektrostatik (*scalar potential*)

potensial tangap

potensial elektromagnetik yang bersumber pada suatu muatan pada saat $(t - r/c)$, yang dirasakan di titik yang jaraknya r dari muatan itu pada saat t ; ketangapan (retardasi)nya sebesar r/c , karena efek muatan tersebut memerlukan waktu r/c untuk mencapai titik pengamatan (observasi) yang berjarak r dari muatan tersebut (*retarded potential*)

potensial vektor

fungsi vektor A yang rotornya sama dengan medan imbas magnetik B ; jadi $B = \text{rot } A$, atau sebarang fungsi vektor yang rotornya sama dengan suatu medan vektor solenoidal (*vector potential*)

presesi geodesik

(*geodesic precession*)

lihat: **lenggokan geodesik**

prinsip invarians*(invariance principle)*lihat: **asas kekararan****prinsip kovarians**

semua hukum fisika harus dinyatakan dalam suatu bentuk yang kovarian terhadap alihragam koordinat sebarang; atau semua sistem koordinat harus dipandang setara terhadap formulasi hukum-hukum fisika; asas ini merupakan postulat yang mendasari teori kenisbian rampat; juga disebut **asas kekararan bentuk**

*covariance, principle of)***prinsip relativitas Einstein***(Einstein's principle of relativity)***produksi pasangan***(pair production)*lihat: **penciptaan pasangan****pseudo-invarian***(pseudoinvariant)*lihat: **kararan semu****pseudo-skalar***(pseudoscalar)*lihat: **kararan semu****pusa-empat**

vektor-empat pusa-tenaga $p_\mu = (p, jE/c)$ yang tiga komponen pertamanya ialah komponen-komponen pusa nisbian trimatra zarah, p , dan komponen keempatnya sebanding dengan tenaga total nisbian E zarah itu

*(four-momentum)***pusa-empat konjugat**

untuk suatu zarah, sama dengan pusa-empat mekanis $m_0 U_\mu$ ditambah suku elektromagnetik eA_μ/c , atau dalam rumus

$$p_{\mu}^* = m_0 U_{\mu} + e A_{\mu} / c;$$

di sini U_{μ} adalah kecepatan-empat, dan A_{μ} adalah potensial-empat, sedang m_0 , e , dan c berturut-turut adalah massa riha dan muatan zarah itu, dan kecepatan cahaya
(*conjugate four-momentum*)

pusa nisbian

pusa (momentum) zarah berkecepatan tinggi, yang diungkapkan dengan memperhitungkan efek nisbian; juga disebut **momentum relativistik**; lihat: **efek nisbian**

R

Radiasi Cerenkov

(*Cerenkov radiation*)

lihat: **sinaran Cerenkov**

Radiasi gravitasi

(*gravitational radiation*)

lihat: **sinaran gravitasi**

-ragam

keseragaman ruang

keseragaman ruang (-waktu) adalah maksimum pada ruang (-waktu) Galileo, yang ((1) semua titiknya dalam ruang dan semua saatnya dalam waktu, (2) semua arahnya, dan (3) semua sistem lembam (inersial)nya, setara; kesetaraan (1), (2), dan (3) berturut-turut bersesuaian dengan pergeseran (1) ketiga koordinat ruang dan satu koordinat waktu titik-asal koordinat ruang-waktu, (2) perputaran ketiga sumbu koordinat ruang, dan (3) perubahan dari suatu kerangka acuan lembam ke kerangka acuan lembam lainnya, yang seluruhnya mengandung 10 parameter, yakni 4 koordinat ruang-waktu titik-asal, 3 sudut putaran sumbu, dan 3 komponen kecepatan nisbi antara kerangka yang satu dan lainnya; 10 parameter ini adalah jumlah maksimum yang mungkin untuk grup alihragam yang mengkararkan kuadrat jarak antara titik-titik yang ananta-dekat dalam ruang (-waktu) caturmatra, sebab secara umum jumlah maksimum itu $\frac{1}{2}n(n + 1)$ (*uniformity of space*)

ranah kesahihan

himpunan nilai-nilai peubah takgayut yang masih memberikan hasil yang benar
(*domain of validity*)

ranah kewaktuan silam

daerah ruang-waktu caturmatra Minkowski yang berada di sebelah dalam separuh-bawah kerucut cahaya, tempat telah terjadinya peristiwa-peristiwa di masa lampau
(*past temporal region*)

kerangka acuan

sistem koordinat yang dipakai untuk menentukan letak ruang dan waktu gejala-gejala fisika/alam; lihat: **sistem koordinat**
(*frame of reference*)

kerangka acuan dipercepat

kerangka acuan taklembam (non-inersial) yang mempunyai percepatan terhadap sebarang kerangka acuan lembam, misalnya kerangka acuan yang berputar terhadap sumbu ruang yang tetap, atau kerangka acuan yang mengandung agihan massa di dalamnya, sehingga dipengaruhi percepatan gravitasi
(*accelerated reference frame*)

kerangka acuan istimewa

(*special frame of reference*)
lihat: **ruang-waktu mutlak**

kerangka acuan lembam

kerangka acuan yang rihat atau bergerak dengan kecepatan tetap; lihat **kerangka lembam**
(*inertial frame of reference*)

kerangka acuan mutlak

sistem koordinat yang dipakai untuk menentukan letak ruang dan waktu gejala-gejala fisika yang rihat terhadap (alam) semesta; juga disebut **ruang-waktu mutlak**
(*absolute frame of reference*)

kerangka acuan non-inersial*(non-inertial frame of reference)*lihat: **kerangka acuan dipercepat****kerangka acuan rihat**

kerangka Lorentz yang di dalamnya pusa (momentum) total suatu sistem sama dengan nol; untuk sistem yang dipercepat, kerangka acuan rihatnya berubah-ubah setiap saat; juga disebut

sistem rihat : kerangka rihat*(rest frame of reference)***kerangka acuan taklambam***(non-inertial frame of reference)*lihat: **kerangka acuan dipercepat****kerangka acuan tersuka***preferred frame of reference)*lihat: **kerangka acuan mutlak****kerangka berputar**

kerangka yang berputar, sehingga dipercepat dan merupakan kerangka acuan tak lambam; di dalam kerangka ini ruang-waktunya lengkung atau, dapat pula dianggap, ada kakas-kakas (forsa-forsa) fiktif, misalnya kakas emparan (forsa sentrifugal)

*(rotating frame)***kerangka berputar seragam**

kerangka acuan yang berputar di sekeliling suatu sumbu, dengan kecepatan sudut yang tetap

*(uniformly rotating frame)***kerangka dipercepat seragam**

kerangka acuan yang bergerak dengan percepatan tetap

*(uniformly accelerated frame)***kerangka lambam**

sistem koordinat tempat suatu benda bergerak dengan kecepatan tetap selama tidak ada kakas (forsa) yang bekerja padanya;

juga disebut **kerangka acuan lembam**; **sistem koordinat lembam**
(*inertial frame*)

kerangka Lorentz

setiap anggota keluarga sistem koordinat lembam, dengan tiga koordinat ruang dan satu koordinat waktu, yang dipakai dalam teori kenisbian khusus; setiap kerangka bergerak dengan kecepatan yang tetap terhadap semua kerangka Lorentz lainnya, dan selang antara sebarang dua peristiwa adalah sama dalam semua kerangka itu
(*Lorentz frame*)

kerangka rihat

kerangka Lorentz yang di dalamnya pusa (momentum) total suatu sistem sama dengan nol; untuk sistem yang dipercepat, kerangka rihat itu berubah-ubah dari saat ke saat; lihat **kerangka wajar**
(*rest frame*)

kerangka wajar

kerangka yang rihat terhadap pengamat; juga disebut kerangka rihat
(*proper frame*)

-rapat

(ke)rapat(an) arus

1 nisbah antara arus dan luas tampang lintang penghantar yang dilaluinya; juga disebut **rapat arus elektrik**; lambangnya j dan satuannya ampere/m^2 ; 2 suatu besaran vektor yang komponen renjang (tegak lurus)nya pada sebarang permukaan sama dengan laju aliran suatu besaran yang kekal melewati permukaan itu per satuan luas per satuan waktu juga disebut **arus**
(*current density*)

(ke)rapat(an) arus elektrik

(*electric current density*)

lihat: **(ke)rapat(an) arus**

(ke)rapat(an) muatan

muatan per satuan luas pada suatu permukaan atau per satuan volume dalam ruang, atau per satuan panjang pada garis

rapat-arus-empat

(four-current-density)

lihat : rapat arus jagat

rapat arus-empat massa

vektor-empat $J_\mu = (J, jpc)$ yang ketiga komponen pertamanya adalah rapat arus materi trimatra J , dan komponen keempatnya sebanding dengan rapat massa ρ ; di sini c ialah kecepatan cahaya, sedang j bilangan khayal, $\sqrt{-1}$

four-current density of mass)

rapat arus jagat

vektor-empat $J_\mu = (J, jpc)$ dalam **ruang-waktu Minkowski**, yang tiga komponen-ruangnya adalah rapat arus $J = \hat{x}J_x + \hat{y}J_y + \hat{z}J_z$, dan komponen-"waktu" (keempat)nya jpc , dengan $j = \sqrt{-1}$, $c =$ kecepatan cahaya, dan $\rho =$ rapat muatan; juga disebut **vektor rapat rapat arus-muatan** atau **rapat-arus-empat**
world current density)

rapat daya

power density)

lihat : **rapat kakas-empat**

rapat kakas-empat

besaran vektor-empat dengan komponen ruang berupa rapat kakas (forsa) nisbian trimatra, sedangkan komponen waktunya merupakan ukuran usaha mekanis yang dikerjakan pada sistem per satuan volume per satuan waktu, yaitu **rapat daya**

(four-force density)

rapat pusa

pusa per satuan volume, dalam sembarang medan tertentu

(momentum density)

rapat tensor

tensor nisbi (relatif) yang bobotnya satu
(*tensor densities*)

relativitas

(*relativity*)

lihat : **kenisbian**

relativitas simultanitas

(*relativity of simultaneity*)

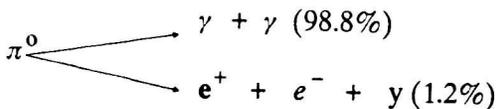
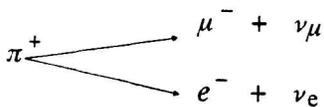
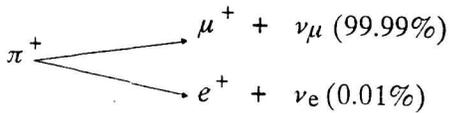
lihat : **kenisbian keserentakan**

-rempak**penyerempakan jam**

bila suatu denyut dipancarkan dari jam A yang terpisah dari jam B oleh jarak r tertentu pada waktu t dan dipantulkan kembali oleh cermin di B dan sampai di A pada waktu t_2 , maka jam B adalah serempak dengan jam A jika saat denyut sampai di B, jam B menunjukkan waktu $t^1 = (t_1 + t_2)/2$
(*clock synchronization*)

-reras**pererasan meson pi**

pererasan meson-pi (pion) positif, negatif dan netral :



berturut-turut menjadi meson-myu (muon) positif dan neutrino atau positron dan neutrino, menjadi muon negatif dan antineutrino atau elektron dan antineutrino, dan menjadi pasangan foton gama atau pasangan positron-elektron dan foton gama, dengan memenuhi asas-asas kekekalan muatan, pusa (momentum) dan energi/massa dan dengan neutrino/antineutrino yang bersangkutan dengan muon berbeda tipenya dengan yang bersangkutan dengan muon berbeda tipenya dengan yang bersangkutan dengan positron/elektron; pererasan π^+ dengan umur $2,55 \times 10^{-8}s$ melalui adalah sambatan (interaksi) lemah, sedang pererasan π^0 dengan umur $1,8 \times 10^{-16}s$ melalui sambatan elektromagnetik
(*pi meson decay*)

retardasi jam dalam medan gravitasi

(*retardation of clocks in a gravitational field*)

lihat : **penangkapan jam dalam medan gravitasi**

riak-gelombang Compton

satuan panjang yang merupakan ciri zarah keunsuran, yaitu sama dengan tetapan Planck dibagi dengan darab antara massa zarah itu dan laju cahaya :

$$\lambda_c = h/mc$$

(*Compton wavelength*)

ruan Euklides

ruang yang terdiri atas semua himpunan teratur n bilangan (x_1, \dots, x_n) dengan jarak antara (x_1, \dots, x_n) dan (y_1, \dots, y_n) diberikan oleh $[\sum (x_i - y_i)^2]^{1/2}$; bilangan n dinamakan matra (dimensi) ruang tersebut
(*Euclidean space*)

ruang jagat

(*world space*)

lihat : **ruang-waktu Minkowski**

ruang kecepatan

ruang yang setiap titiknya mewakili sebuah vektor kecepatan (*velocity space*)

ruang kecepatan lobachevski-Einstein

ruang yang memiliki semua sifat ruang Lobachevsky, dengan komponen-komponen kecepatan dibagi c , yakni v_x/c , v_y/c , dan v_z/c , sebagai koordinat-koordinat **Beltrami** di ruang itu, dan kuadrat kecepatan nisbi ananta-kecil di dalamnya diberikan oleh persamaan :

$$ds^2 = [(c^2 - v^2) (dv)^2 + (v \cdot dv)^2] / (c^2 - v^2)^2$$

(*lobachevsky-Einstein velocity space*)

ruang Lobachevsky

ruang tempat postulat kesjajaran Euklides tidak berlaku; di ruang ini, melalui sebarang titik P di luar garis l sedikitnya ada dua garis yang sejajar dengan l ; juga disebut **geometri Bolyai** (*Lobachevski space*)

ruang lobachevsky-Friedmann

ruang yang memiliki sifat-sifat geometri Lobachevsky, yang isotropik dengan agihan massa yang beragam, dan dapat dipakai sebagai latar dalam penelaahan jarak-jarak yang bukan kepalang besarnya dan meliputi banyak galaksi (*Lobachevsky-Friedmann space*)

ruang Minkowski

(*Minkowski space*)

lihat : **kenisbian**

ruang mutlak

kerangka acuan dalam mekanika Newtonan yang bergerak tanpa percepatan terhadap kerangka-acuan mutlak (*absolute space*)

ruang rata

ruang waktu yang didalamnya tensor Riemann-Christoffel men-

jadi nol; dengan demikian maka geometrinya setara dengan alam semesta Minkowski yang digunakan dalam kenisbian khusus (*flat spaces*)

ruang Riemann

lipat-banyak Riemann atau himpunan-bagian ruang Euklides yang di dalamnya dapat didefinisikan tensor yang memungkinkan penelaahan rampat atas jarak, sudut, dan kelengkungan

(*Riemannian space*)

ruang-waktu

ruang caturmatra yang dipakai untuk menyajikan semestanya dalam teori kenisbian dengan tiga diantara matryanya bersangkutan dengan ruang biasa dan yang keempat bersangkutan dengan waktu; juga disebut **malaran ruang-waktu; ruang (-waktu) Minkowski**

(*space-time*)

ruang (-waktu) Minkowski

(*Minkowski's space(-time)*)

lihat : **ruang-waktu**

ruang-waktu mutlak

konsep pokok yang melandasi mekanika Newtonan ialah pengandaian adanya **kerangka acuan istimewa** (dengan sumbu yang melalui bintang kutub) untuk mengacu segala pengukuran; kerangka-acuan ini disebut ruang-waktu mutlak

(*absolute space-time*)

ruang-waktu Riemann

(*Riemann space-time*)

lihat : **kenisbihan**

rugi tenaga menyinar nisbian

(*relativistic radiative energy loss*)

lihat : **rumus Lienard**

ruji Schwarzschild

ruji genting yang harus dicapai oleh materi dalam ruang bila materi itu dimampatkan agar terbentuk sebuah **lubang hitam**, yakni $2GM/c^2$ kalau M , G , dan c berturut-turut ialah massa materi itu, tetapan gravitasi, dan kecepatan (kelajuan) cahaya; ini benar untuk lubang hitam yang berputar; permukaan yang mempunyai ruji semacam itu adalah **cakrawala peristiwa** lubang hitam tersebut, dan menentukan sempadan yang dari sebelah dalamnya, baik massa maupun sinaran tidak dapat melepaskan diri; kakas (forsa) pasang-surutan gravitasi di dalam lubang hitam itu menarik materi ke arah pusatnya, dan di sana materi itu dihancurkan di daerah yang kelengkungannya ananta, singularitas ruang-waktu tempat hukum fisika yang diketahui orang tidak lagi berlaku
(*Shwarzschild radius*)

-rumus**perumusan caturmatra**

penentuan suatu peristiwa fisika dengan empat bilangan misalnya x , y , z dan t , dengan tiga yang pertama mengacu ke titik tempat peristiwa itu terjadi, sedangkan yang keempat mengacu ke saat pemunculannya
(*four-dimensional formulation*)

perumusan karar-bentuk

perumusan hukum-hukum fisika dalam bentuk persamaan-persamaan yang tidak berubah dalam alihragam dari satu kerangka acuan (lembam) ke kerangka acuan (lembam) lainnya; juga disebut **formulasi kovarian**
(*covariant formulation*)

perumusan Lagrange

perumusan hukum gerak dalam mekanika klasik dalam persamaan yang mengandung Lagrangean L dan turunannya ke koordinat rampat q , fluksinya, yakni q dan waktu t :

$$\frac{\partial L}{\partial q} - \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} = 0$$

(*lagrangean formulation*)

perumusan nisbian

perumusan yang karar-bentuk Lorentz
(*relativistic formulation*)

rumus empiris Fizeau

fizeau's empirical formula)
lihat : koefisien seretan Fresnel

rumus lanturan nisbian

formula aberasi relativistik

$$(l', m', n') = (1 - v/u), m\sqrt{1-v^2/c^2}, n\sqrt{1-v^2/c^2})/D$$

dengan $D = [1 - 2l(v/u) + (v^2/u^2) - (1 - l^2)(v^2/c^2)]^{1/2}$
yang memberikan kosinus arah (l', m', n') perambatan cahaya di kerangka acuan K' dalam kosinus arah (l, m, n) perambatannya di kerangka acuan K , kalau di kerangka acuan K itu kecepatan-kecepatan cahaya ialah $u = (u_x, u_y, u_z)$ dan kecepatan nisbi antara K dan K' ialah $v = (v, 0, 0)$
(*relativistic aberration formula*)

rumus Larmor terampat

rumus daya sesaat P total yang dipancarkan oleh zarah bermuatan e yang mengalami percepatan U ketika melaju dengan kecepatan U , yakni

$$P = -dw/dt = (2e^2/3c^3) [1 - (u^2/c^2)]^{-3} [u^2 - [u \times u]^2 c^2];$$

di sini W , t dan c berturut-turut ialah tenaga, waktu, dan kecepatan cahaya; juga disebut η **Lienard**
(*generalized Larmor formula*)

rumus Lienard

lienard's formula)
lihat : rumus Larmor terampat

rumus Lienard untuk daya terpancar

rumus untuk daya yang dipancarkan elektron yang berayun (berosilasi), yakni

$$P = 2e^2 (x)''^2 / 3c^3$$

di sini e dan x berturut-turut adalah muatan dan simpangan elektron, sehingga x'' adalah percepatannya, sedang c adalah kecepatan cahaya; rumus itu diperoleh dengan mengandaikan **swakakas** elektron, yakni kakas (forsa) yang dikerjakan elektron pada dirinya sendiri, yang besarnya : $F = -2e^2 x'' / 3c^3$, dengan $x'''' =$ turunan percepatan ke waktu
(*liendar's formula for radiated power*)

rumus penambahan kecepatan bujur

1 rumus perubahan kecepatan di bawah pengaruh alihragam Lorentz dari suatu sistem koordinat, $O(x, y, z, t)$, ke sistem koordinat lain, rumus $O'(x', y', z', t')$, bila arah kecepatan itu sama dengan arah kecepatan nisbi antara kedua sistem koordiant itu, yakni :

$$U_{x'} = \frac{U_x - v}{1 - (vU_x/c^2)}$$

di sini $U_{x'}$, u_x , v dan c berturut-turut ialah kecepatan di kerangka o' , kecepatan di kerangka o , kecepatan nisbi antara o' dan o dan kecepatan cahaya; $U_{x'}$, U_x dan v searah, yakni pada arah sumbu x , dan o' berimpit dengan o pada saat awal ($t = 0$); 2 rumus yang memberikan kecepatan v_3 sebagai hasil dua alihragam Lorentz yang berturut-turut dikenakan terhadap kerangka o , dengan kecepatan v_1 dan kemudian v_2 yang sejajar dengan kecepatan v_1 itu, yakni:

$$v_3 = (v_1 + v_2) / (1 + \frac{v_1 v_2}{c^2});$$

dengan rumus ini tak akan diperoleh $v_3 > c$, walaupun $v_1 > c/2$ dan v_2 juga $> c/2$

(*longitudinal velocity addition formula*)

rumus Peres

rumus $\Delta\theta = SKdS$ yang menyatakan hubungan antara sudut $\Delta\theta$ yang diapit oleh vektor yang digeserkan sejajar melalui kontur tertutup pada permukaan lengkung dan vektor semula, dan integral muka **kelengkungan Gauss** K melalui permukaan S

yang dilingkupi kontur itu
(*Peres formula*)

rumus sinaran Larmor

had tak-nisbian (limit nonrelativistik) **rumus Lienard** untuk sinaran daya dari muatan yang bergerak, yakni

$$P = 2e^2 U^2 / 3c^3$$

(*Larmor's radiation formula*)

-runtuh

keruntuhan gravitasi

delakan (implosi) suatu bintang atau benda astronomis lain dari ukurannya semula ke suatu ukuran yang besarnya seper-seratus atau seperseribu kali lebih kecil
(*gravitational collapse*)

S

-sama

kesamaan Bianchi

kesamaan diferensial yang dipenuhi oleh tensor kelengkungan Riemann, yakni bahwa turunan kovarian pertama anti-setangkup tensor Riemann sama dengan nol:

$$R^n{}_{ikl;m} + R^n{}_{ilm;k} + R^n{}_{imk;l} = 0;$$

turunan (derivatif) kovarian didefinisikan sebagai

$$A^i{}_{;l} = \frac{\partial A^i}{\partial x^l} + r^i{}_{kl} A^k \text{ untuk vektor kontravarian;}$$

$$B_{i;l} = \frac{\partial B_i}{\partial x^l} + r^i{}_{kl} B_k \text{ untuk vektor kontravarian;}$$

di sini $r^i{}_{kl}$ adalah lambang Christoffel jenis kedua (*Bianchi identity*)

ketaksamaan Buniakowski

(*Buniakowski's inequality*)

lihat: **ketaksamaan Schwarz**

ketaksamaan Shwarz

Kuadrat darab-dalam dua vektor tidak melebihi darab kuadrat normal mereka; juga disebut **ketaksamaan Buniakowski** (*Schwarz's inequality*)

persamaan alihragam

persamaan yang menghubungkan koordinat-koordinat suatu sistem dengan koordinat-koordinat sistem lainnya; misalnya, persamaan alihragam Lorentz yang menghubungkan koordinat-koordinat ruang-waktu $0(x,y,z,t)$ yang riuh dengan koordinat-koordinat ruang-waktu $0^I(x^I,y^I,t^I)$ yang bergerak dengan kecepatan v pada arah sumbu z , ialah:

$$\begin{bmatrix} x^I \\ y^I \\ z^I \\ jct^I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & \gamma & j\beta\gamma \\ 0 & 0 & -j\beta\gamma & \gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ jct \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{atau: } x^I &= x \\ y^I &= y \\ z^I &= \gamma(z - vt) \\ t^I &= \gamma(t - \beta z/c); \end{aligned}$$

di disini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, sedang $\beta = v/c$ dan c = kecepatan cahaya (*transformation equation*)

persamaan alihragam Galileo

seperangkat persamaan

$$\begin{aligned} x' &= x - vt \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= t \end{aligned}$$

persamaan ini digunakan untuk mengalihragamkan parameter-parameter letak dan gerak dari pengamat di titik 0 dengan koordinat (x,y,z) , ke pengamat di $0'$ dengan koordinat (x',y',z') ; sumbu x dipilih melalui 0 dan $0'$, dan v adalah kecepatan nisbi 0 terhadap $0'$ pada arah sumbu x yang sejajar dengan sumbu x' ; untuk kecepatan nisbi v (v_x, v_y, v_t) yang arahnya sembarang, persamaan alihragam itu menjadi:

$$\begin{aligned} dx' &= dx - v_x dt \\ dy' &= dy - v_y dt \\ dz' &= dz - v_z dt \\ dt' &= dt \end{aligned}$$

(*Galilean transformation equation*)

Persamaan alihragam klasik

persamaan yang menyajikan alihragam dari suatu kerangka acuan K ke kerangka acuan lain K' yang bergerak nisbi terhadap K , ditulis dalam bentuk

$$x' = x - v_x t,$$

$$y' = y - v_y t,$$

$$z' = z - v_z t,$$

$$t' = t;$$

di sini v_x , v_y , dan v_z adalah komponen kecepatan K' nisbi terhadap K ; juga disebut **alihragam Galileo** (*Classical transformation equation*)

persamaan alihragam nisbian

(*relativistic transformation equation*)

lihat: **alihragam Lorentz** dan **penambahan kecepatan**

persamaan d'Alembert

persamaan gelombang yang dinyatakan dengan **pengandar d'Alembert**, \square , yakni :

$$\square f = (\nabla^2 - \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t})f = 0;$$

di sini ∇^2 adalah pengandar Laplace atau Laplacean:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

(*d' Alembert equation*)

persamaan diferensial edaran Newtonan

(*Newtonian orbital differential equation*)

lihat: **persamaan diferensial edaran nisbian**

persamaan diferensial edaran nisbian

persamaan diferensial nisbian yang memberikan persamaan gerak planet yang mengedari matahari atau elektron yang mengedari inti atom, yakni:

$$d^2u/d\psi^2 + U = kM/A^2 + (3kM/c^2)U^2$$

yang berbeda dengan **persamaan diferensial edaran Newtonan** yang merupakan penghampiran taknisbian persamaan diferensial itu, yakni:

$$(d^2u/d\psi^2) + U = kM/A^2$$

dengan suku $(3kM/c^2)U^2$
sehingga penyelesaiannya berupa elips yang melenggok (berprosesi), yakni:

$$U = (kM/A^2) [1 + \text{Cos}(n\psi)]$$

dengan $n = 1 - 3(k^2M^2/c^2A^2)$
dan bukan elips:

$$U = (kM/A^2) (1 + \epsilon \text{Cos } \psi)$$

seperti pada penghampiran Newtonan;
di sini $U = 1/r$, $(r, \psi) =$ posisi planet/elektron,
 $\epsilon =$ eksentrisitas elips, $k =$ tetapan gravitasi/Coulomb,
 $M =$ massa matahari/inti atom, dan $A =$ ukuran pusa-sudut
(*relativistic orbital differential equation*)

persamaan (diferensial) kosmologis

persamaan yang menjadi model evolusi geometris alam semesta, yakni:

$$\frac{dR}{dt} = c^2 [1/3 \Lambda R^2 + \frac{C}{R} - k]$$

di sini $R(t)$ adalah ruji kelengkungan alam semesta, Λ tetapan kosmologis, C tetapan positif yang mencirikan alam semesta, κ indeks kelengkungan ruang, dan c kecepatan cahaya
(*cosmological (differential) equations*)

persamaan Einstein

persamaan gravitasi Einstein

$$R^{\mu\nu} - 1/2g^{\mu\nu} = -xT^{\mu\nu};$$

di sini $R^{\mu\nu}$ adalah tensor kelengkungan, $g^{\mu\nu}$ tensor metrik, $T_{\mu\nu}$ tensor massa dan x suatu tetapan
(*Einstein's equations*)

persamaan elektromagnetik*(electromagnetic equations)*lihat: **persamaan Maxwell****persamaan gelombang**

persamaan diferensial panggu (parsial):

$$\delta U/\delta x^2 + \delta^2 U/\delta y^2 + \delta^2 U/\delta z^2 = (1/c) (\delta^2 U/\delta t^2)$$

(atau bentuk lainnya dalam satu atau dua dimensi, atau dalam sistem koordinat lain) yang penyelesaiannya berupa perambatan pergeseran U sebagai gelombang dengan kecepatan c

*(wave equation)***persamaan geodesik**

persamaan diferensial dasar untuk garis jagat suatu zarah "bebas", bila diacu ke suatu sistem koordinat rampat, yakni

$$(d^2 x^i/ds^2) + R^i_{kl} (dx^k/ds) (dx^l/ds) = 0;$$

di sini R^i_{kl} ialah lambang Christoffel jenis kedua
(geodesic equations)

persamaan karar bentuk*(covariant equations)*lihat: **persamaan kovarian****persamaan kemalaran**

persamaan yang berlaku untuk setiap besaran yang kekal, seperti misalnya massa, muatan elektrik, tenaga termal, tenaga elektrik, atau kementakan mekanika-kuantum, yang pada pokoknya menyatakan bahwa laju kenaikan besaran itu di dalam sebarang daerah sama dengan arus total yang mengalir ke dalam daerah itu; juga disebut **persamaan kontinuitas**

*(continuity equation)***persamaan kemalaran massa**

persamaan yang dipenuhi oleh sebarang besaran yang tak termusnahkan dan kekal seperti massa, muatan elektrik, tenaga

termal, tenaga elektrik, atau kementakan kuantum-mekanis, yang pada dasarnya menyatakan bahwa laju pertambahan besaran tersebut (misalnya *massa*) dalam sebarang daerah sama dengan arus total yang mengalir ke dalam daerah itu; dinyatakan dengan persamaan

$$\operatorname{div} \mathbf{J} = -\partial\rho/\partial t;$$

di sini $\mathbf{J} = \rho\mathbf{u}$ adalah rapat arus dan ρ adalah rapat massa, sedang \mathbf{u} ialah kecepatannya
(*equation of continuity for massa*)

persamaan kemalaran muatan

(*equation of continuity for charge*)

lihat: **persamaan kemalaran massa**; di sini besaran itu adalah muatan elektrik

persamaan kovarian

persamaan yang tetap sah karena suku-sukunya, meskipun tidak karar (kovarian), beralihragam menurut hukum-hukum alihragam identis; juga disebut **persamaan karar-bentuk**; lihat: **kovarians persamaan**
(*covariant equations*)

persamaan Maxwell

perempatan (generalisasi) hukum-hukum empiris, Coulomb, Biot-Savart, Ampere dan Faraday, yang memberikan hubungan antar medan-medan-medan elektromagnetik dan sumber-sumbernya:

1. $\operatorname{div} \mathbf{D} = \rho$
2. $\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\dot{\mathbf{B}}$
3. $\operatorname{div} \mathbf{B} = 0$
4. $\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{J} + \dot{\mathbf{D}}$;

di sini \mathbf{D} , \mathbf{E} , \mathbf{B} , \mathbf{H} , \mathbf{J} , dan ρ berturut-turut ialah vektor pergeseran elektrik, medan elektrik, medan imbas-magnetik, medan magnetik, rapat arus, dan rapat muatan, sedang $\dot{\mathbf{B}}$ dan $\dot{\mathbf{D}}$ adalah

fluksi B dan fluksi D
(Maxwell equation)

persamaan medan alam semesta

persamaan medan yang diusulkan Einstein dengan memasukkan suku kosmologis ke dalamnya, sehingga diperoleh persamaan

$$R_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi k/c^4 (T_{\mu\nu} - \frac{1}{2}T_{\nu}{}^{\mu});$$

di sini Λ adalah tetapan kosmologis, $T^{\mu}{}_{\nu}$ adalah tensor pusa tenaga, dan $R^{\mu}{}_{\nu}$ adalah tensor Ricci atau tensor kelengkungan tersusut, dan k adalah tetapan gravitasi semesta
(field equations of the universe)

persamaan medan Einstein

(Einstein's field equation)

lihat : **penghampiran Poisson pada persamaan medan Einstein**

persamaan medan gravitasi

(gravitational field equations)

lihat : **persamaan medan Einstein**

satuan riam

(cascade unit)

lihat : **panjang sinaran**

satuan sinaran

(radiation unit)

lihat : **panjang sinaran**

selang

1 waktu yang memisahkan dua peristiwa, atau jarak antara dua benda; 2 dalam kenisbian khusus, besaran karar (invarian) Lorentz $c^2 (\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 - (\Delta y)^2 - (\Delta z)^2$, dengan c = laju cahaya, Δt = selisih koordinat waktu dua peristiwa yang ditentukan, dan Δx , Δy , dan Δz berturut-turut selisih dalam koordinat-koordinat x , y , dan z -nya; 3 dalam kenisbian rampat, perampatan

(generalisasi) konsep ini, yaitu penjumlahan atas indeks-indeks μ dan ν dalam $g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu$, dengan dx^μ dan dx^ν selisih dalam koordinat x^μ dan x^ν dua peristiwa sejiran tertentu, dan $g_{\mu\nu}$ unsur tensor metrik

(interval)

selang antara titik jagat

(interval between the world points)

lihat : **pemisahan antara peristiwa-peristiwa**

selang bakruang

selang s dalam ruang-waktu Minkowski yang berada di luar kerucut cahaya, sehingga

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 > 0;$$

juga disebut **geodesik bakruang**

(spacelike interval)

selang bakwaktu

selang s dalam **ruang-waktu Minkowski** yang berada di dalam kerucut cahaya, sehingga

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 < 0;$$

juga disebut **geodesik bakwaktu**

(temporal interval)

selang keruangan

komponen-ruang r selang ruang-waktu $s = \sqrt{r^2 - c^2t^2}$ antara dua peristiwa

(spatial interval)

selang kewaktuan

(temporal interval)

lihat : **selang waktu**

selang nol

(null intervals)

lihat : **geodesik nol**

selang ruang-waktu

selang dalam ruang-waktu caturmatra Minkowski, yakni

$$s = (x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2)^{1/2}$$

di sini x , y , dan z adalah koordinat-koordinat Cartesius ruang trimatra biasa, t waktu, dan c kecepatan cahaya
(*space time interval*)

selang temporal positif

(*positive temporal interval*)

lihat : **selang waktu**

selang waktu

berapa kali proses berkala (periodik) tertentu terjadi antara dua peristiwa, kalau waktu untuk setiap pengulangan proses yang periodik itu dipakai sebagai satuan waktu; selang waktu dari peristiwa A ke peristiwa B adalah positif (negatif) bila B terjadi sesudah (sebelum) A , dan nol bila A dan B serentak (simultan); juga disebut **selang kewaktuan**
(*time interval*)

selang waktu wajar

selang waktu $d\tau$ yang diukur di kerangka riha peristiwa itu, yang akibat **pemuluran waktu** lebih singkat dengan faktor γ kalau dibandingkan dengan selang waktu dt di kerangka yang bergerak terhadap kerangka riha gejala itu dengan kecepatan v ; jadi :

$$d\tau = dt/\gamma;$$

disini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya
(*proper time interval*)

selisih sudut masuk dan pantul

menurut pengukuran pengamat yang bergerak nisbi terhadap cermin datar pada arah renjang (tegak lurus) pada permuka-

annya, sudut masuk a_1 dan sudut pantul a_2 sinar pada cermin itu tidak sama, dan selisihnya

$$\Delta a = a_1 - a_2 = 2 \sin^{-1} [(v/c) \sin\{a_1 + a_2\}/2]$$

dengan had untuk kecepatan tak nisbian $v \ll c$ sebesar $\delta a \approx \beta \sin a$; di sini $\beta = v/c$, v = kecepatan cermin terhadap kerangka-rihat pengamat itu, dan c = kecepatan cahaya
(*difference between angles of incidence and reflection*)

semesta Minkowski

(*Minkowski universe*)

lihat : jagat Minkowski

semesta teramatkan

sistem semua besaran fisika yang dapat diukur

(*observable universe*)

-sepakat

kecepatan penjumlahan; konvensi penjumlahan

cara tulis singkat yang dipakai dalam analisis tensor dan teori kenisbian; dalam cara tulis (notasi) ini darab (hasilkali) tensor harus dijumlahkan meliputi semua nilai yang mungkin dari indeks yang muncul dua kali dalam ekspresi itu

(*summation convention*)

-serbasama

keserbasamaan ruang

sifat ruang yang menjadi syarat berlakunya asas kekekalan pusa (momentum) dalam semua acuan lembam; juga disebut

homogenitas ruang

(*homogeneity of space*)

keserbasamaan ruang-waktu

sifat ruang-waktu yang menjadi syarat berlakunya asas kekekalan pusa-empat dalam sistem acuan lembam; juga disebut **homogenitas ruang-waktu**

(*homogeneity of space-time*)

keserbasamaan waktu

sifat waktu yang menjadi syarat berlakunya asas kekekalan tenaga dalam sistem acuan lembam; juga disebut **homogenitas waktu** (*homogeneity of time*)

-serempak**penyerempakan jam**

untuk dua jam yang terpisah oleh jarak d dalam suatu kerangka acuan, penyamaan saat (misalnya : pukul : 12.00) pada kedua jam itu tepat pada saat isyarat cahaya yang dipancarkan secara bersamaan dari titik tengah jarak itu tiba di posisi kedua jam tersebut (*synchronization of clock*)

-serentak**keserentakan**

nisbi terhadap seorang pengamat, dua peristiwa adalah serentak (simultan) bila mereka terjadi pada saat yang sama menurut jam yang kedudukannya tetap terhadapnya, walaupun bagi pengamat lain yang bergerak nisbi terhadap pengamat yang pertama tadi kedua peristiwa itu tidak akan serentak kalau mereka terjadi di titik-titik yang berbeda (*simultaneity*)

seretan eter

hipotesis, yang diajukan Fresnel tetapi tidak berhasil menerangkan hasil Michelson-Morly, bahwa eter itu ada, dan terseret bersama dengan gerak materi; lihat seretan Fresnel (*ether drag*)

seretan Fresnel

anggapan Fresnel (yang telah terbukti salah) bahwa ada eter, dan eter itu terseret oleh gerak zantara; lihat **koefisien seretan Fresnel** (*Fresnel drag*)

seretan kerangka lembam

efek nisbian yang secara kasaran dapat diperikan dengan ikut

terseretnya ruang di sekitar benda yang berpusing, sehingga gasing yang berpusing dalam satelit yang mengedari bumi melengkok (berpresesi) dengan lengkok yang berbeda dengan lengkok (presesi) geodesik; juga disebut **lengkok Lense-Thirring** (*dragging of inertial frames*)

-setara

kesetaraan massa-tenaga

kesetaraan antara massa m dan tenaga E menurut teori nisbian khusus, yakni

$$E = mc^2;$$

disini c ialah kelajuan cahaya; maka jika dalam suatu reaksi nuklir, misalnya, terjadi usak massa Δm , artinya hasil reaksi itu massanya Δm lebih kecil daripada semula, maka timbul tenaga sebesar Δmc^2

(*mass-energy equibalence*)

sifat karar

sifat matematis suatu ruang atau besaran yang tak berubah setelah penerapan sebarang anggota dari satu keluarga alih-ragam tertentu; juga disebut **kekararan**

(*invariant property*)

sifat kesetangkupan lambang Christoffel

bila lambang Christoffel jenis pertama ditulis $i_{,kl}$ dan jenis kedua ditulis ${}_{kl}i$, maka lambang-lambang itu adalah setangkup terhadap indeks k dan l , berarti

$$i_{,kl} = i_{,lk} \quad \text{dan} \quad {}_{i,kl} = {}_{i,lk}$$

(*Christoffel symbols, symmetry properties of*)

sifat tensor kelengkungan

tensor kelengkungan adalah antisetangkup dalam indeks kovarian kedua dan ketiga; dengan mengalikannya dengan tensor metrik kovarian ia akan menjadi **tensor kelengkungan kovarian** yang **antisetangkup** terhadap pertukaran kedua indeks

pertamanya atau kedua indeks terakhirnya
(*curvature tensor, properties of*)

-simpang

penyimpangan cahaya

penyimpangan yang terjadi bilamana cahaya yang datang dari ananta-jauh dan pergi ke ananta-jauh, melewati suatu benda yang massanya besar seperti misalnya matahari; besarnya pembelokan akan sebanding dengan massa benda masif (bermassa besar) tersebut dan berbanding terbalik dengan laju cahaya kuadrat, yakni sebesar $2GM/c^2$, dengan G = tetapan gravitasi semesta
(*deflection of light*)

-sinar

penyinaran dari muatan bergerak

secara nisbian, muatan e yang bergerak dengan kecepatan sesaat u dan percepatan sesaat \dot{u} memancarkan daya sesaat total yang diberikan oleh rumus Lienard :

$$P = -dW/dt = (2e^2/3c^2) [1 - (u^2/c^2)][u^2 - (u \times u)^2/c^2]$$

dengan W = tenaga, t = waktu, dan c = kecepatan cahaya
(*radiation from moving charges*)

sinaran Cerenkov

cahaya yang dipancarkan oleh zarah bermuatan yang kecepatannya tinggi bila zarah itu melewati suatu bahan tak menghantarkan yang bening (transparan) dengan laju yang lebih besar daripada laju cahaya dalam bahan itu; juga disebut radiasi Cernkov
(*Cerenkov radiation*)

sinaran gravitasi

pengaruh gravitasi bukan aksi dari jauh yang bersifat seketika, melainkan merambat sebagai gelombang atau sinaran dengan kecepatan c ; ini merupakan kesimpulan Einstein yang ditariknyanya dari penyelesaian medan-lemah atas persamaan kenisbian rampatnya; juga disebut gelombang gravitasi
(*gravitational radiation*)

sinaran-sinaran nisbian

sinaran (radiasi) elektromagnetik yang dipancarkan ke depan oleh zarah bermuatan yang melaju dengan kecepatan yang amat tinggi, melalui materi, karena medan elektrik di sekitar inti dalam materi itu menarik zarah itu dan karenanya memberinya perlambatan yang mengabar (mengerem) gerakanya
(*relativistic Bremstrahlung*)

sinaran sinkrotron

sinaran (radiasi) yang dipancarkan zarah-zarah bermuatan yang bergerak melingkar dengan kecepatan amat tinggi di dalam medan magnetik
(*synchrotron radiation*)

sinar gama nirpental

sinar gama yang dipancarkan aras teralan dalam efek Mossbauer;

lihat : **efek Mossbauer**

(*recoil-less gamma rays*)

singularitas Schwarzschild

singularitas koordinat pada cakrawala peristiwa yang terdapat dalam sistem koordinat tertentu, yang memerikan lubang hitam yang tak berputar di ruang hampa
(*Schwarzschild singularity*)

sistem acuan

sistem koordinat ruang-waktu yang dipakai sebagai acuan untuk menentukan letak dan saat terjadinya suatu peristiwa, atau posisi zarah/benda pada waktu tertentu
(*reference systems*)

sistem acuan Galileo

(*Galilean system of refence*)

lihat : **sistem acuan lembam**

sistem acuan khusus

sistem acuan mutlak tempat bintang utara dianggap rihat, yang

pernah disangka ada, dalam mekanika klasik
(*special system of reference*)

sistem acuan lembam

(*inertial systems of reference*)

lihat : **kerangka (acuan) lembam**

sistem acuan mutlak

kerangka-kerangka acuan yang di dalamnya hukum-hukum mekanika berlaku seperti adanya, dan kerangka lain yang riuh atau bergerak tanpa percepatan terhadap **kerangka-acuan mutlak**
(*absolute system of reference*)

sistem acuan tersuka

sistem acuan ether yang tunggal dan amung (unik), tempat cahaya merambat dengan kecepatan tetap s , yang dulu dianggap ada; di dalam sistem acuan ini sajarah persamaan Maxwell dianggap karar-bentuk (kovarian), sedang dalam sistem-sistem lainnya, kecepatan cahaya dikira berbeda dari c dan persamaan Maxwell mempunyai bentuk lain; pentasdikan (verifikasi) anggapan ini melalui percobaan Michaelson-Moerly ternyata gagal

(*prefered system of reference*)

sistem bintang-ganda

sistem dengan dua bintang yang bergerak dalam edaran-edaran lingkaran mengelilingi pusat massa mereka; lihat **bintang ganda**
(*double-star systems*)

sistem gerak sebarang

suatu sistem acuan tak lembam, yang bergerak sebarang terhadap suatu sistem lembam
(*arbitrary moving system*)

sistem koordinat

kaidah untuk menentukan setiap titik dalam ruang dengan suatu himpunan bilangan; juga disebut **kerangka acuan**
(*coordinate systems*)

sistem koordinat Cartesius

sistem koordinat dalam ruang trimatra dengan menggunakan 3 sumbu yang berpotongan saling renjang (tegak lurus) satu terhadap lainnya di titik asal, yang memungkinkan setiap titik di dalam ruang ditentukan letaknya dengan 3 jarak dari sumbu-sumbu tersebut; juga disebut **sistem koordinat siku-siku** (*Cartesian system of coordinates*)

sistem koordinat geodesik

sistem koordinat di sekitar suatu titik p yang sedemikian rupa, sehingga landai (gradien) tensor metrik adalah nol di P (*geodesic coordinate system*)

sistem koordinat Gauss

semua sistem koordinat yang setara untuk menyajikan perumusan hukum-hukum fisika (*Gaussian coordinate system*)

sistem koordinat lembam

(*inertial coordinate system*)
lihat : **kerangka lembam**

sistem koordinat siku-siku

(*rectangular coordinate system*)
lihat : **sistem koordinat Cartesius**

sistem laboratorium

kerangka acuan yang tertambat pada laboratorium si pengamat, jadi berbeda dengan sistem **pusat muassa** atau **sistem pusat pusa** (momentum) (*laboratory system*)

sistem lembam

(*inertial systems*)
lihat : **kerangka (acuan) lembam**

sistem pusat massa

kerangka-acuan untuk meninjau suatu sistem, yang bergerak bersama dengan pusat massa sistem itu, sehingga pusat massa itu

rihat terhadap kerangka-acuan tersebut
(*centre-of-mass system*)

sistem pusat momentum

(*centre-of-momentum system*)

lihat : **sistem pusat pusa**

sistem pusat pusa

kerangka acuan tempat pusat pusa (momentum) suatu sistem-zarah riha; dalam kerangka ini pusa total sistem itu nol
(*centre-of-momentum system*)

sistem riha

(*rest system*)

lihat : **kerangka acuan riha**

sistem tak lembam

sistem yang dipercepat, yang di dalamnya hukum gerak Newton tidak berlaku, kecuali kalau diperkenalkan kakas-kakas (forsa) fiktif tertentu; misalnya, dalam sistem yang berputar kakas-kakas fiktif itu kakas emparan (forsa sentrifugal) dan kakas (forsa) Coriolis
(*noninertial systems*)

skalar

1 besaran yang hanya mempunyai magnitudo dan tanpa arah; jadi berbeda dengan vektor (yang mempunyai magnitudo dan arah); 2 besaran yang hanya mempunyai magnitudo, dan mempunyai nilai yang sama di setiap sistem koordinat; juga disebut **kararan skalar** atau **invarian skalar**
(*scalar*)

skalar semu

(*pseudoscalar*)

lihat : **karar semu**

skalar Lorentz

besaran skalar yang nilainya tidak berubah dalam alihragam

Lorentz, misalnya kuadrat vektor-empat kedudukan-waktu, atau kuadrat vektor-empat pusa-tenaga; juga disebut **kararan Lorentz** (*Lorentz scalar*)

skalar semu, pseudo-skalar

besaran yang hanya mempunyai magnitudo, dan dalam alihragam Lorentz berperilaku seperti skalar, tetapi tandanya berubah dalam pemantulan ruang dan/atau waktu (*pseudo-scalar*)

spinor

1 vektor dengan dua komponen kompleks yang mengalami alihragam uniter bermodulus-satu bila sistem koordinat trimatranya diputar; ia dapat mewakili keadaan spin zarah berspin $1/2$; 2 secara lebih rampat, spinor peringkat n ialah objek dengan 2^n komponen yang beralihragam sebagai darab (hasil-kali) komponen-komponen n spinor peringkat satu; 3 besaran dengan empat komponen kompleks yang dibentuk dari dua spinor dengan empat komponen kompleks yang dibentuk dari dua spinor (definisi 1), yang beralihragam secara linear dalam alihragam Lorentz sedemikian rupa, sehingga kalau ia merupakan penyelesaian persamaan Dirac dalam kerangka Lorentz yang asli, ia tetap merupakan penyelesaian persamaan Dirac dalam kerangka yang telah dialihragamkan; juga disebut **spinor Dirac** (*spinor*)

spinor Dirac

(*Dirac spinor*)

lihat : **spinor** (definisi 3)

suku kosmologis

suku yang dimasukkan oleh Einstein dalam persamaan-persamaan medannya dengan harapan membuat persamaan-persamaan medan tersebut kompatibel dengan asas Mach, misalnya persamaan medan (*bentuk kovarian*)

$$G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - 1/2g_{\mu\nu}R = 8\pi(k/c^4)S_{\mu\nu}$$

dengan $R_{\mu\nu}$ = tensor Einstein, $R_{\mu\nu}$ = tensor Ricci dan $S_{\mu\nu}$ = tensor pusa-tenaga, menjadi bentuk

$$G_{\mu\nu} - \Lambda g_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - (\Lambda + 1/2R)g_{\mu\nu} = 8\pi(k/c^4)S_{\mu\nu}$$

dengan memasukkan suku kosmologis; tetapan Λ disebut tetapan kosmologis
(*cosmological term*)

-susut

penyusutan FitzGerald-Lorentz

(*FitzGerald-Lorentz contraction*)

lihat : **penyusutan panjang**

penyusutan Lorentz

(Lorentz contraction)

lihat : **penyusutan panjang**

penyusutan Lorentz-FitzGerald

(*Lorentz-FitzGerald contraction*)

lihat : **penyusutan panjang**

penyusutan panjang

penyusutan panjang benda yang bergerak dengan kelajuan setingkat dengan kelajuan cahaya, pada arah gerakannya :

$$l = l_0/\gamma$$

disini l_0 adalah panjangnya benda itu dalam keadaan rihat, dan $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ sedang $\beta = v/c$; v = kelajuan benda itu, dan c = kelajuan cahaya; juga disebut **penyusutan Lorentz**, **penyusutan FitzGerald-Lorentz**; **penyusutan Lorentz-Fitz Gerald**; lihat juga : **kenisbian**

(*length contraction*)

swakakas

kakas (forsa) yang dikerjakan elektron pada dirinya sendiri, yang dapat juga dianggap sebagai hasil interaksi antara elektron yang berosilasi dengan semua muatan di luarnya, melalui **potensial gasik** dan **potensial tanggapnya**, yang besarnya

$$F = -2e^2 x/3c^3;$$

di sini e dan x berturut-turut adalah muatan dan simpangan elektron, sehingga x adalah turunan ke waktu (fluksi) percepatannya, sedang c adalah kecepatan cahaya (*self force*)

syarat kerejangan

1 untuk alihragam, syarat bahwa determinan matriks alihragam itu sama dengan 1; 2 untuk vektor satuan i dan j , syarat bahwa darab (hasil kali) skalarnya sama dengan delta Kronecker yang bersangkutan; jadi

$$\begin{aligned} \hat{i} \cdot \hat{j} &= \delta_{ij} \\ \delta_{ij} &= 1 \text{ kalau } i = j, \\ &= 0 \text{ kalau } i \neq j \end{aligned}$$

(*orthogonality conditions*)

syarat Lorentz

syarat $\text{div } A + \dot{\phi} = 0$ yang dipenuhi potensial vektor A dan potensial skalar ϕ yang menentukan medan imbas magnetik B dan medan elektrik E :

$$\begin{aligned} B &= \text{rot } A \\ E &= -\text{grad } \phi = -\dot{A} \end{aligned}$$

(*Lorentz condition*)

T

-tak gayut

ketakgayutan ruang-waktu

ketakgayutan antara koordinat-koordinat ruang dan koordinat waktu, yang dinyatakan dalam alihragam Galileo dan memberikan konsep waktu mutlak dalam mekanika taknisbian

(space-time independence)

-tambah

penambahan kecepatan

dua kecepatan v_1 dan v_2 yang sejajar satu terhadap lainnya, menjumlah menurut rumus nisbian

$$V = \frac{(v_1 + v_2) / [1 + (v_1 v_2 / c^2)]}{1 + v_1 v_2 / c^2}$$

disini V adalah kecepatan hasil jumlahan itu
(*addition of velocities*)

-tanggap

penanggapan jam dalam medan gravitasi

melambatnya waktu, dan karena itu memendeknya selang-waktu wajar $d\tau_1$, di tempat potensial gravitasinya besar (medan gravitasinya kuat) nisbi terhadap tempat yang tak ada atau lemah medan gravitasinya; juga disebut **retardasi**

jam dalam medan gravitasi

(*retardation of clocks in gravitational field*)

-tara

kesetaraan massa dan tenaga

(*equivalence of mass and energy*)

lihat : **hubungan massa-tenaga**

kesetaraan massa gravitasi dengan massa lembam

massa gravitasi sama dengan massa lembam, seperti terbukti oleh rangkaian percobaan Eotvos, Dicke, dan Southern (*gravitational and inertial mass equivalence*)

tekanan radiasi

tekanan yang diberikan oleh sinaran elektromagnetik pada permukaan benda yang ditimpanya; juga disebut **tekanan sinaran** (*radiation pressure*)

lihat : **tensor tegangan-tenaga-pusa elektromagnetik**

tekanan sinaran

(*radiation pressure*)

lihat : **tekanan radiasi**

tenaga gerak nisbian

tenaga gerak (energi kinetik) zarah yang kecepataannya tinggi, yang diungkapkan dengan memperhitungkan efek nisbian, yakni :

$$\begin{aligned} T &= (m - m_0)c^2 \\ &= m_0(\gamma - 1)c^2; \end{aligned}$$

disini m = massa pada kecepatan v

m_0 = massa rihat

C = kecepatan cahaya, dan

$\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, dengan $\beta = v/c$;

juga disebut **energi kinetik relativistik**;

(*relativistic kinetic energy*)

tenaga gravitasi

tenaga yang dimiliki oleh suatu sistem zarah karena letak-letaknya dalam medan gravitasi, yang besarnya sama dengan usaha yang harus dikerjakan melawan kakas-kakas gravitasi untuk merakit zarah-zarah itu dari suatu konfigurasi acuan,

misalnya semula mereka terpisah ananta-jauh dari satu sama lain
(*gravitational energy*)

tenaga rihat

tenaga yang setara dengan **massa rihat** sebuah benda atau suatu zarah, yang lazimnya diberikan dalam *elektron-volt*; kalau massa rihat itu m_0 , maka tenaga rihatnya $E_0 = m_0 c^2$
(*rest energy*)

tensor antisetangkup

tensor yang bila dua indeksnya dipertukarkan, komponennya yang bersangkutan hanya berubah tandanya, misalnya

$$T_{ik} = -T_{ki}$$

(*skewsymmetric tensor*)

tensor campuran dasar

lambang $\delta^{\mu\nu}$, disebut juga **delta Kronecker**, yang merupakan tensor berperingkat 2, dengan nilai 1 bila $\mu = \nu$, dan 0 bila $\mu \neq \nu$
(*fundamental mixed tensor*)

tensor Cartesius

kumpulan fungsi kedudukan (dan waktu) dalam suatu medan tensor dalam sistem koordinat Cartesius
(*tensor, Cartesian*)

tensor caturmatra

tensor dalam ruang caturmatra, seperti ruang-waktu Minkowski, misalnya **tensor tenaga-pusa**
(*tensor, four-dimensional*)

tensor dual

untuk setiap tensor antisetangkup peringkat-dua A_{ik} , tensor semu atau pseudo-tensor antisetangkup peringkat-dua

$$A^{*ik} = 1/2 \sum_{lm} \epsilon_{iklm} A_{lm}$$

dengan komponen tak-nol :

$$\overset{\circ}{A}^{10} = A_{23}, \overset{\circ}{A}^{20} = A_{31}, \overset{\circ}{A}^{30} = A_{12}$$

$$A^{23} = A_{16}, A^{31} = A_{20}, \text{ dan } \overset{\circ}{A}^{12} = A_{30}$$

(*tensor, dual*)

tensor Einstein

1 tensor campuran $G^{\kappa\lambda}$ atau kovarian murni $G_{\kappa\lambda}$ yang berperingkat dua dan setangkup, yang terhubung dengan tensor Ricci K^{κ}_{λ} dan skalar kelengkungan R menurut persamaan penakrif :

$$\begin{aligned} G^{\kappa\lambda} &= G^{\kappa}_{\lambda} - 1/2 d^{\kappa}_{\lambda} R \\ G_{\kappa\lambda} &= g_{\kappa} G^{\mu}_{\lambda} - R_{\kappa\lambda} 1/2 g_{\delta\kappa\mu} R \end{aligned}$$

2 tensor $E_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - 1/2(g_{\mu\nu}R - 2\Lambda)$; disini $R_{\mu\nu}$ adalah tensor kelengkungan terkontraksi (tensor Ricci), R kelengkungan ruang-waktu, $g_{\mu\nu}$ tensor metrik, dan Λ adalah tetapan kosmologis

(*Einstein tensor*)

tensor empat

tensor dalam ruang(-waktu) caturmatra, sehingga misalnya tensor peringkat 2, dalam setiap sistem koordinat mempunyai enam belas komponen yang beralih ragam dengan rumus

$$T^{\mu\nu}, = a_{\mu\lambda} a_{\nu\kappa} T_{\lambda\kappa};$$

di sini $a_{\mu\lambda}$ adalah koefisien alihragam vektor-empat
(*four-tensor*)

tensor-empat kuat medan

vektor yang memberikan ciri suatu medan; juga disebut intensitas medan

(*field strength four-tensor*)

tensor energi-momentum

(*energy-momentum tensor*)

lihat : tensor pusat-tenaga; tensor tenaga

tensor jagat

tensor dalam **ruang-waktu Minkowski**, misalnya tensor kuat medan $F_{\mu\nu}$ yang wakilan matriksnya adalah

$$F_{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & B_z & -B_y & -jE_x \\ -B_z & 0 & B_x & -jE_y \\ B_y & -B_x & 0 & -jE_z \\ jE_x & jE_y & jE_z & 0 \end{bmatrix}$$

di sini E (E_x, E_y, E_z) dan B (B_x, B_y, B_z) berturut-turut adalah medan elektrik dan medan imbas magnetik (*world tensor*)

tensor kelengkungan

(*curvature tensor*)

lihat : tensor Riemann-Christoffel

tensor konjugat

tensor-tensor yang setangkup dan juga saling berkebalikan, seperti misalnya tensor kontravarian dasar g^{ik} dengan tensor kovarian dasar g^{ik} (*conjugate tensors*)

tensor kontravarian

tensor yang hanya mempunyai indeks kontravarian (atas), dengan komponen yang beralih ragam menurut

$$A'^{ik} = \frac{\partial x'^i}{\partial x^l} \frac{\partial x'^k}{\partial x^m} A^{lm}$$

dengan x'^i adalah koordinat pada kerangka-acuan K' , dan x^m adalah koordinat pada kerangka-acuan K (*contravariant tensor*)

tensor kontravarian dasar

tensor peringkat dua dengan lambang $g^{\mu\nu}$ yang berkebalikan

dengan tensor kovarian dasar $g_{\mu\nu}$ sehingga $g_{\mu\nu}g^{\mu\nu} = \delta_{\mu\nu}$; lihat :
tensor campuran dasar
(fundamental contravariant tensor)

tensor kovarian

tensor dengan indeks kovarian (indeks bawah) saja, yang memenuhi alihragam :

$$T'_{ik} = a_{im} A_{kn} T_{mn},$$

dengan $a_{im} = \partial x'_i / \partial x_m$ adalah koefisien alihragam dari kerangka acuan K ke kerangka-acuan K'
(covariant tensor)

tensor kovarian dasar

tensor peringkat dua dengan lambang $g_{\mu\nu}$, yang juga disebut tensor metrik; lihat : **tensor metrik** dan **tensor kontravarian dasar**
(fundamental covariant tensor)

tensor massa

tensor-empat $T dx^v$, yang karanan (invarian)nya mempunyai matra (dimensi) rapat massa dan kalau dikalikan dengan c^2 karanannya bermatra rapat tenaga
(mass tensor)

tensor medan elektromagnetik

tensor Lorentz peringkat dua antisetangkup yang unsur-unsurnya sebanding dengan medan elektrik dan medan magnetik yang dalam wakilan matriks adalah .

$$F_{\mu\nu} = \begin{bmatrix} 0 & B_z & -B_y & -jE_x \\ -B_z & 0 & B_x & -jE_y \\ B_y & -B_x & 0 & -jE_z \\ iE_x & iE_y & iE_z & 0 \end{bmatrix}$$

persamaan (medan) Maxwell dapat diungkapkan secara sederhana dalam tensor ini
(electrimagnetic field tensor)

tensor metrik

tensor kovarian setangkup peringkat dua $g_{\mu\nu}$ dalam

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu,$$

yang menghubungkan selang ruang-waktu ds^2 , yang merupakan karanan (invarian) atau skalar, dengan vektor-vektor-4 kontravarian dx^μ dan dx^μ ; juga disebut **tensor kovarian dasar** (*metric tensor*)

tensor pusa tenaga

tensor yang ke-16 unsurnya memberikan rapat tenaga, rapat pusa, dan tegangan dalam suatu agihan materi atau sinaran (*energy-momentum tensor*)

tensor pusa-tenaga elektrimagnetik

tensor setangkup peringkat 4 dalam ruang-waktu caturmatra

$$S_{\kappa\nu} = [F_{\kappa\lambda} F_{\nu\lambda} - \delta_{\kappa\nu} F_{\lambda\nu} F_{\lambda\nu} / 4] \pi$$

dengan $F_{\lambda\lambda} =$ tensor medan elektromagnetik (*elektromagnetik energy-momentum tensor*)

tensor pusa-tenaga gerak

tensor $T_{\kappa\lambda} = \mu^0 U_\kappa U_\lambda$; di sini μ^0 adalah rapat massa wajar dan (U_κ) adalah kecepatan-empat; komponen waktu murni T_{44} menyajikan rapat tenaga sistem, komponen tensor campuran (T_{k4}) menyajikan vektor trimatra yang sesuai dengan rapat arus massa atau rapat pusa, dan komponen (T_{41}) menyajikan vektor trimatra yang bersesuaian dengan rapat arus tenaga (*energy-momentum tensor, kinetic*)

tensor pusa-tenaga-tegangan elektromagnetik

tensor $T_{\mu\nu} = F_{\mu\nu} \frac{\partial F_{\nu\lambda}}{\partial x^\lambda}$ dengan $F_{\mu\nu} =$ **tensor kuat medan elektromagnetik**; teras $T_{\mu\nu}$ itu, yakni $\Sigma T_{\mu\nu}$ adalah nol, dan rapat kakas (forsa) Lorentz $f = \rho(E + v \times B)$ dapat diperoleh sebagai ketiga komponen-" ruang " rapat kakas (forsa)- empat $f_\mu = (f, jfo/c)$, yang dapat diturunkan dari $T_{\mu\nu}$ begini :

$$f_\mu = \dots ;$$

f_0 , yang muncul dalam komponen keempat f_μ , ialah lesapan daya E.J

(*electromagnetic stress-energy-momentum tensor*)

tensor rampat

tensor yang mempunyai sebarang indeks kovarian dan/atau kontravarian
(*general tensor*)

tensor Ricci

tensor setangkup peringkat dua yang diperoleh dengan penjumlahan pada dua indeks tensor lengkungan Riemann yang tidak anti-setangkup; juga disebut **tensor Riemann-Christoffel tersusut**
(*Ricci tensor*)

tensor Riemann-Cristoffel

tensor-campuran peringkat-empat R_{klm}^i yang dibentuk semata-mata dari tensor metrik g_{ik} dan turunan pertama dan keduanya, dan menghubungkan pergeseran sejajar ΔA_k sebarang vektor kovarian A_i melalui suatu kontur tertutup dengan vektor itu sendiri dan luasan keunsuran df^{lm} yang melingkupi kontur itu :

$$\Delta A_k = 1/2 R_{klm} A_i df^{lm};$$

juga disebut **tensor kelengkungan**
(*Riemann-Christoffel tensor*)

tensor Riemann-Christoffel tersusut

(*contracted Riemann-Christoffel tensor*)
lihat : **tensor Ricci**

tensor semu, pseudo-tensor

besaran yang beralih-ragam seperti tensor dalam putaran ruang dan alihragam Lorentz, tetapi tandanya berubah dalam peman-tulan ruang dan/atau waktu
(*pseudo-tensor*)

tensor setangkup

tensor yang tidak berubah bila kedua indeksnya dipertukarkan, misalnya tensor kelembaman (inersial) : $I_{xy} = I_{yx}$
(*symmetric tensor*)

tensor tegangan Maxwell

tensor peringkat dua yang darab (hasil-kali)nya dengan vektor satuan yang renjang (normal) terhadap sebuah permukaan memberikan kakas (forsa) per satuan luas yang diteruskan melintasi permukaan tersebut oleh medan elektromagnetik (*Maxwell's stress tensor*)

tensor tegangan-tenaga-pusa elektromagnetik

tensor peringkat dua dalam ruang-waktu caturmatra yang ke-16 komponennya dalam sistem *cgs* adalah :

$$\begin{aligned} M^{44} &= (E^2 + B^2)/8\pi c^2 \\ M^{41} &= M^{14} = \epsilon_{ijk} E_i H_k / 8\pi c \\ M^{rt} &= [\delta_{rt} (E^2 + H^2) - 2H_r H_t - 2E_r E_t] / 8\pi; \end{aligned}$$

di sini M^{rt} adalah komponen tensor tegangan medan elektromagnetik, M^{41} adalah vektor Poynting dibagi c^2 , dan M^{44} adalah rapat tenaga medan elektromagnetik dibagi c^2 indeks-atas Latin bernilai 1-3, sedang c adalah kecepatan cahaya; juga disebut **tensor tenaga**;

untuk gelombang elektromagnetik bidang, tegangan pada arah perambatannya disebut **tekanan sinaran** atau **tekanan radiasi** (*electromagnetic stress-energy-momentum tensor*)

tensor tenaga

lihat : **tensor tegangan-tenaga-pusa elektromagnetik**

lambangnya $M_{\mu\nu}$ atau $S_{\mu\nu}$, dan komponen ruangnya dapat dinyatakan sebagai

$$S_{pq} = 1/4\pi [F_{pk} F_{qk} - 1/2 \delta_{pq} (B^2 - E^2)]$$

disini B , E dan F_{pk} berturut-turut ialah medan imbas magnetik, medan elektrik, dan tensor medan elektromagnetik sedang indeks Yunani dan Latin berturut-turut berjangkau-nilai 1-4 dan 1-3, dan **perjanjian penjumlahan Einstein** berlaku; juga disebut **tensor energi-momentum**

(*energy tensor*)

tensor tenaga pusa

$$\text{tensor } T_{\mu\nu} = L\delta_{\mu\nu} - L\varepsilon \quad \frac{\partial\psi_a}{\partial x^\nu} \quad \frac{\partial L}{\partial x^\mu} \\ \partial \left(\frac{\partial\psi_\alpha}{\partial x^\mu} \right)$$

yang ke-16 komponennya tidak harus berbeda semua, yang menentukan rapat tenaga, rapat pusa, dan tegangan dalam suatu agihan (distribusi) materi atau sinaran (radiasi);

di sini L adalah Lagrangean yang memerikan medan ψ_a ; juga disebut **tensor energi-momentum**

(*energy-momentum tensor*)

tensor-tensor medan gravitasi

tensor-tensor (1) **Riemann-Christoffel** atau **tensor kelengkungan** $R_{\lambda\mu}^{\nu\kappa}$ yang berupa tensor campuran peringkat-empat, (2) **tensor kelengkungan** kovarian murni $R_{\lambda\mu}^{\nu\kappa} = g_{\nu\lambda} R_{\kappa}^{\alpha}{}_{\lambda\mu}$ yang antisetangkep terhadap pertukaran dua indeks pertama atau dua indeks terakhirnya namun setangkep terhadap pertukaran pasangan indeks awal dengan pasangan indeks akhirnya, dan (3) **tensor Ricci** atau **tensor kelengkungan tersusut** (terkontraksi) $R_{\kappa\mu} = R^{\nu}{}_{\sigma\kappa\nu\mu} = g^{\nu\lambda} R_{\lambda\mu}$
(*tensor of the gravitational field*)

tensor timbal-balikan

dua tensor merupakan timbal-balikan satu sama lain jika darab dalamnya sama dengan tensor satuan; misalnya dalam

$$A^{ik} B_{kl} = \delta_c^i$$

A^{ik} adalah tensor timbal-balikan B_{kl} , dan demikian pula sebaliknya

(*reciprocal tensor*)

teorema Gauss pada lengkungan integral

pada segitiga geodesik, teorema ini menyatakan bahwa

$$\alpha + \beta + \gamma = \pi + \int K ds;$$

di sini α , β dan γ ialah sudut-dalam segitiga, ds adalah unsur luas, dan untuk luasan bola $K = 1/R^2$

(*Gauss's theorem on integral curvature*)

teorema Larmor

untuk suatu sistem zarah bermuatan yang semuanya mempunyai nisbah muatan terhadap massa yang sama dan bergerak dalam medan kakas (forsa) sentral, gerakanya dalam medan imbas-magnetik B yang seragam, dalam hampiran tingkat pertama dalam B , adalah sama seperti gerak yang dapat terjadi bila B tidak ada, kecuali bahwa pada gerak tersebut disuperposisikan lengkok (presesi) bersama dengan frekuensi sudut yang sama dengan frekuensi Larmor

(Larmor's theorem)

teori aksi dari jauh

teori tentang interaksi dua benda yang terpisah dalam ruang tanpa memperhatikan mekanisme perambatan efek-efek di antara benda-benda itu

(action at a distance theory)

teori keadaan-tunak

teori dalam kosmologi yang mempostulatkan bahwa alam semesta telah senantiasa ada dan akan terus ada dalam keadaan tunak sehingga rapat-rerata materi tidak berubah-ubah dengan jarak ataupun waktu; untuk mengimbangi perubahan rapat dalam **semesta yang mengembang**, berarti di jagat ini materi harus terus-menerus diciptakan di dalam ruang atau oleh bintang dan galaksi yang menjauh, dengan laju $10^{-43} \text{ kg/m}^3 \text{ s}$; bukti menunjukkan bahwa rapat materi tidak tetap di seluruh alam semesta; jadi sudah berubah dalam periode sejarah alam semesta; bandingkan dengan **teori dentuman besar**; lihat juga : **sinaran latar kosmos**

(steady-state theory)

teori kenisbian khusus

bagian dari teori kenisbian yang menghubungkan pengamatan-pengamatan yang bergerak nisbi terhadap satu sama lain dengan kecepatan tetap

(special theory of relativity)

teori kenisbian rampat

teori yang mengikuti **asas kekararan-bentuk (kovarians)**

rampat, yaitu bahwa semua sistem koordinat harus dipandang setara dalam perumusan hukum-hukum fisika, atau semua hukum-fisika harus diungkapkan secara karat-bentuk (kovarian) terhadap sebarang alihragam koordinat, yang juga disebut **asas kenisbian rampat**
(*general theory of relativity*)

teori medan

teori yang besaran-besaran dasarnya adalah medan-medan; secara klasik persamaan-persamaan yang menguasai medan-medan itu mungkin diberikan
(*field theory*)

teori medan gravitasi

teori yang memperlakukan sebagai suatu medan, yang berlawanan dengan teori **aksi dari jauh**, yang menyatakan bahwa kakas (*forsa*) bertindak serta-merta pada jarak jauh
(*gravitational field theory*)

teori medan terpadu

sebarang teori yang mencoba menyatakan teori gravitasi dan teori elektromagnetik di dalam suatu kerangka terpadu yang tunggal; biasanya berupa usaha untuk merampatkan (menggeneralisasikan) teori kenisbian rampat Einstein dari teori gravitasi saja, ke teori gravitasi dan elektro magnetisme klasik
(*unified field theory*)

teori medan terpadu Kaluza

teori yang mencoba menangani medan elektromagnetik, dan juga setiap medan dasar dalam fisika, dengan dasar yang sama seperti medan gravitasi
(*Kaluza's unified theory*)

tetapan elektromagnetik

(*electromagnetic constant*)

lihat : **kelajuan cahaya**

tetapan gravitasi

tetapan kesebandingan di dalam hukum Newton mengenai

gravitasi; tetapan ini sama dengan kakas gravitasi antara dua zarah dikalikan dengan kuadrat jarak antara kedua zarah itu, dan dibagi dengan darab massa kedua zarah; lambangnya G dan γ , dan nilainya

$$G = 6.670 \times 10^{-8} \frac{\text{dyne cm}^2}{\text{g}^2}$$

(constant of gravitation)

tetapan kosmologis

tetapan penggali untuk suatu suku yang sebanding dengan metrik dalam persamaan Einstein yang mengaitkan kelengkungan ruang dengan tensor pusat-tenaga; lihat **suku kosmologis** (*cosmological constant*)

tetapan struktur halus

perbandingan antara kecepatan elektron pada edaran Bohr pertama dengan kecepatan cahaya, yaitu sebesar

$$a = \frac{e^2}{2 \epsilon_0 h c} = \frac{1}{137}$$

dengan e = muatan elektron, ϵ_0 = permitivitas ruang hampa, h = tetapan Planck, dan c = laju cahaya, yang merupakan ukuran kekuatan sambatan elektromagnetik

(*fine structure constant*)

tetrad Ampere-Maxwell

bentuk kovarian dua di antara keempat persamaan Maxwell, yakni persamaan Gauss-Coulomb dan persamaan Ampere :

$$\text{div } D = \rho, \text{ rot } H = J + D,$$

yang ditulis :

$$\text{div } F_{\mu\nu} = 4\pi J_{\mu};$$

disini $F_{\mu\nu}$ adalah tensor medan elektromagnetik, sedang j_{μ} adalah rapat arus-empat

(*Ampere-Maxwell tetrad*)

tetrad Faraday

dua dari empat persamaan Maxwell yang dituliskan dalam bentuk kovarian :

$$\text{rot } F_{\mu\nu} = 0$$

dengan $F_{\mu\nu}$ = tensor medan elektromagnetik, yang setara dengan persamaan

$$\text{div } \mathbf{B} = 0 \text{ dan}$$

$$\text{rot } \mathbf{E} = -\dot{\mathbf{B}};$$

disini \mathbf{B} ialah medan imbas magnetik, \mathbf{B} fluksinya (turunan punggu atau parsialnya ke waktu), dan \mathbf{E} medan elektrik (*Faraday tetrad*)

titik amatan

titik di luar titik sumber, tempat pengaruh sumber itu diamati (*observation point*)

titik jagat

sesuatu (x, y, z, jct) dalam **ruang-waktu Minkowski** (*world point*)

titik sumber

sesuatu yang memasok tenaga, dalam bentuk sinaran, arus, elektrik, gelombang bunyi, dan sebagainya. (*source point*)

tolok Lorentz

sebarang tolok yang di dalamnya jumlah antara divergens potensial vektor dan fluksi potensial skalar selalu sama dengan nol;

$$\text{div } \mathbf{A} + \phi = 0;$$

tolok yang memenuhi syarat ini selalu dapat dicari (*Lorentz gauge*)

transformasi ortogonal linear

(*linear orthogonal transformation*)

lihat : **alihragam ortogonal linear**

-turun

penurunan kovarian berturutan

(*successive differentiation*)

lihat : **pendiferensialan kovarian suksesif**

turunan berdaur

untuk suatu tensor antisetangkup F_{ik} adalah suatu tensor peringkat tiga yang antisetangkup dalam ketiga-tiga indeksnya, yakni

$$F_{ikl} = \frac{\partial F_{ik}}{\partial x_l} + \frac{\partial F_{kl}}{\partial x_i} + \frac{\partial F_{li}}{\partial x_k}$$

juga disebut **derivatif siklis**

(*cyclic derivative*)

turunan kovarian

turunan terhadap peubah koordinat yang disajikan sebagai

$A^i_{;1} = \frac{\partial A^i}{\partial x^e} + \Gamma^i_{kl} A^k$, untuk vektor kontrovarian A^i , dan

A_i , untuk vektor kovarian $\Gamma^i_{kl} A^k$

dengan $\Gamma^i_{kl} A^k =$ lambang Cristoffel jenis kedua; juga disebut

derivatif kovarian

(*covariant derivative*)

U

uji kedua kenisbian rampat

pembelokan lintasan cahaya dalam medan gravitasi yang kuat, misalnya cahaya bintang yang melintas hampir-hampir menyerep matahari, yang dapat dipotret pada saat terjadi gerhana matahari; persamaan lintasan cahaya taknisbian ialah

$$(d^2u/d\psi^2) + u = 0$$

sedang persamaan lintasan cahaya nisbian ialah

$$(d^2u/d\psi^2) + u = (3kM/c^2)u^2,$$

sehingga secara taknisbian lintasan itu lurus sedang secara nisbian membelok, dengan sudut-belok netto (antara arah awal dan akhir)

$$\Delta = (4kM/c^2R) = (2r_0/R) = 1",75;$$

disini $u = 1/r$, (u, ψ) = posisi foton cahaya (titik dalam lintasannya), k = tetapan gravitasi semesta, M = massa matahari, c = kecepatan cahaya; r_0 = ruji Schwarz matahari, dan R = tetapan yang dipilih sedemikian rupa, sehingga untuk $u = 0$,

$$du/d\psi = \pm 1/R;$$

prediksi teori kenisbian rampat itu dibandingkan dengan hasil pengamatan, dan ternyata sesuai
(*second test of general relativity*)

uji keempat

uji keempat terhadap teori kenisbian rampat yang diusulkan dan

kemudian dilakukan oleh Shapiro, yakni dengan pengukuran perbedaan waktu-tempuh isyarat radar yang ditujukan ke arah planet-dalam (Merkurius atau Venus) bila isyarat itu melintas di dekat matahari (dan karenanya dipengaruhi medan gravitasinya yang kuat) dan bila isyarat itu tidak melintas di dekat matahari; dengan ketepatan 2%, prediksi teori kenisbian rampat itu terbukti secara eksperimental
(*the fourth test*)

uji ketiga kenisbian rampat

penanggapan (retardasi) dalam medan gravitasi menyebabkan insutan frekuensi atau riak-gelombang cahaya; lihat : **ingsutan gravitasi**; untuk cahaya yang berangkat dari matahari dan tiba di bumi, fraksi insutan frekuensi itu

$$\Delta\nu/\nu = -2.12 \times 10^{-6}$$

atau, kalau dinyatakan dalam kecepatan efektif yang akan memberikan insutan Doppler yang setara,

$$V_{\text{ef}} = C/\Delta V/V = -0.635 \text{ km/s};$$

pembandingan prediksi teoretis insutan gravitasi oleh bintang cerlang Sirius A dengan pengamatan empiris, yang dilakukan Adams (1925), memberikan kecepatan efektif 83 km/s, dengan kesesuaian yang memuaskan
(*third test of general relativity*)

uji pertama kenisbian rampat

lengkok (presesi) edaran (orbit) planet, yang menurut prediksi teoritis untuk Merkurius 43", 03 ± 0", 03 per abad, sedang pengamatan eksperimental memberikan lenggokan 42", 56 ± 0, 94 per abad; lenggokan itu pada arah yang sama dengan arah peredaran planet, dan setiap daur (dari satu perihelion/aphelion ke perihelion/aphelion berikutnya) planet itu maju melebihi 2π dengan busur :

$$\delta = 6\pi (k^2 M^2)/C^2 A^2;$$

lihat : **persamaan diferensial edaran nisbian**
(*first test of general relativity*)

-ukur

pengukuran panjang

pengukuran beda posisi ujung dan pangkal batang yang terletak di suatu kerangka acuan, yang posisi-posisinya itu ditentukan secara serentak (simultan)
(*measurement of length*)

pengukuran ruang-waktu

secara klasik/tak-nisbian (non-relativistik) pengukuran ruang dan waktu suatu peristiwa secara mutlak tak-gayut pada satu sama lain dan pada gerak nisbi antara peristiwa itu dan pengamatannya (kecuali munculnya suku aditif); secara nisbian khusus, pengukuran ruang-waktu gayut pada satu sama lain dan pada gerak nisbi antara peristiwa itu dan pengamatannya; secara nisbian rampat, pengukuran ruang-waktu bukan saja gayut pada satu sama lain dan pada gerak nisbi antara peristiwa itu dan pengamatannya, tetapi geometri ruangnya pun tidak lagi (kuasi) Euklides dan ruangnya tidak lagi serbasama (homogen) dan isotropik, sedang "gerak" waktunya mempunyai laju yang tak sama dengan lajunya dalam kerangka wajar/lihat peristiwa itu, dengan faktor yang berubah dengan waktu
(*space-time measurement*)

ukuran nisbi

ukuran (suatu benda) di suatu kerangka acuan sebarang yang bukan kerangka rihaat benda itu; juga disebut **ukuran nisbian**
(*relative measure*)

ukuran nisbian

(*relativistic measure*)
lihat : **ukuran nisbi**

ukuran wajar

ukuran benda/objek dalam kerangka-rihaat benda itu
(*proper measure*)

ungkapan insutatan merah

dalam medan gravitasi insutatan frekuensi sudut $\Delta\omega = \omega_0 - \omega$
$$\Delta\omega = \omega[y + (2\pi\gamma\rho^* y^2/3h^2)]$$

dengan y = besaran pembantu = $(\tau - \tau_0) (\tau - a) / \tau(\tau_0 - a)$
sedang

$$\tau = \sqrt{t^2 - (r^2/c^2)}; r^2 = x^2 + y^2 + z^2 \text{ dan } ds^2 = [1 - (\alpha/\tau)] (c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2)$$

γ = tetapan gravitasi semesta

ρ^* = rapat massa purata dalam ruang-waktu $4 \times 10^{-29} \text{ g/cm}^3$

h = tetapan Hubble $\theta \times 10^{-18} / \text{s}$

τ_0 = nilai T untuk $r = 0$

(red shift expression)

ungkapan nisbian

ungkapan matematis untuk besaran-besaran fisika seperti tenaga, pusa (momentum), Lagrangean, dsb, yang dirumuskan dengan memperhitungkan efek nisbian, sehingga berlaku pula untuk kecepatan yang tinggi (setingkat dengan kecepatan cahaya); pusa (momentum), misalnya, tidak diungkapkan sebagai

$$p = mv,$$

melainkan sebagai

$$p = \gamma m_0 v$$

dengan $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, $\beta = v/c$,

c = kecepatan cahaya, dan

m_0 = massa rihat

(relativistic expression)

unsur garis dalam ruang kecepatan

1 kedudukan nisbi (posisi relatif) antara dua titik dalam ruang kecepatan; untuk dua titik yang kedudukannya berbeda ananta-kecil (infinitesimal) dalam **ruang kecepatan Lobachevsky-Einstein**, misalnya, unsur garis itu ds , dengan kuadrat

$$ds^2 = [c^2 (dv)^2 - (v \times dv)^2] / (c^2 - v^2)^2$$

2 kuadrat unsur garis yang memberikan besarnya kuadrat kecepatan nisbi antara dua zarah yang masing-masing bergerak

dengan kecepatan U_1 dan U_2 terhadap kerangka acuan tertentu, yang dalam sistem koordinat bola (U, θ, ψ) ialah :

$$dt_{\mu}^2 = c^2 [(da)^2 + \sinh^2 a \{d\theta\}^2 + \sin^2 \theta (d\psi)^2]$$

dengan $a =$ **kepesatan**;

secara geometris $a1_{\mu}$ adalah **unsur garis di ruang trimatra Lobachevsky** yang mempunyai kelengkungan negatif tetap (*line element in velocity space*)

unsur garis di ruang trimatra Lobachevsky

(*line element in three-dimensional Lobachevsky space*)

lihat : **unsur garis di ruang kecepatan**

unsur garis kosmis

jarak antara dua titik jagat pada satu atau lebih garis geodesik komik

(*cosmical line element*)

unsur garis Robertson-Walker

metrik ruang-waktu alam semesta

$$ds^2 = (\{R(t)\}^2 \Sigma dx^j dx^j / [1 + k/4 \Sigma x^j x^j]) - c^2 dt^2$$

yang lazim dipakai dalam semua teori yang mempostulatkan substratum yang isotropik dan serbasama (homogen); lihat:

model kelengkungan terbuka

(*Robertson-Walker line element*)

unsur volume-empat

besaran unsur volume catur-matra ($\sqrt{-g} \delta v dx^4$) yang karar (invariant) dalam alihragam rampat, sedangkan besaran ($\delta v dx^4$) tidak karar

(*four-volume element*)

urutan-waktu peristiwa

untuk kerangka acuan tertentu, urutan peristiwa ialah peristiwa A dulu, lalu peristiwa B , bila selang waktu dari A ke B positif; tetapi urutan waktu peristiwa adalah tidak amung (unik), melainkan tergantung pada gerak pengamatnya nisbi terhadap

peristiwa-peristiwa itu; jadi bagi pengamat di kerangka acuan yang lain, dapat juga urutan peristiwa tersebut B dulu, baru kemudian A

(time order of event)

usak massa

selisih antara massa sebuah atom (atau inti) dan jumlah massa komponen-komponen penyusunnya bila mereka dalam keadaan bebas (tak-terikat)

(mass defect)

V

vektor bakruang

1 vektor-empat dalam ruang-waktu Minkowski, yang komponen ruangnya lebih besar daripada komponen waktunya, sehingga (kuadrat) selang ruang waktunya positif :

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 > 0;$$

2 vektor-empat A_μ dalam ruang-waktu Minkowski, yang memenuhi syarat $A_\mu A_\mu > 0$
(*spacelike vector*)

vektor bakwaktu

vektor-empat dalam **ruang-waktu Minkowski** yang komponen ruangnya mempunyai panjang (magnitudo) yang lebih kecil daripada magnitudo komponen waktunya; jadi $r < ct$
(*timelike vector*)

vektor-empat

vektor-empat dalam ruang caturmatra (berdimensi empat), yang karenanya mempunyai empat komponen; misalnya **vektor-empat pusa tenaga** p_μ dalam **ruang waktu Minkowski**, yang komponen-ruangnya adalah pusa nisbian (momentum relativistik) dan komponen waktunya tenaga total nisbian (energi total relativistik) dibagi c
(*four vector*)

vektor-empat Lorentz

(*Lorentz four-vector*)

lihat : **vektor-empat**

vektor gelombang-empat

himpunan empat besaran $(k\mu) = (k, iw/c)$, dengan $k = 2\pi/\gamma$ (l, m, n) $k = 2\pi/\lambda$, dan $w = 2\pi\nu$; dengan demikian k adalah vektor tetapan perambatan gelombang, dan w adalah frekuensi sudut getaran; disini l, m dan n kosinus-kosinus arah k , artinya

$$l = k.x, m = k.y \text{ dan } n = k.z$$

dengan $k = k/k$, sedang x, y dan z berturut-turut adalah vektor satuan pada arah sumbu x, y , dan sumbu z
(*four-wave vektor*)

vektor kelengkungan

(*curvature vector*)

lihat : **tensor Riemann-Christoffel**

vektor tenaga pusa

(*energy-momentum vector*)

lihat : **tensor tenaga-pusa**

vektor rapat arus-muatan

(*current-charge density four vector*)

lihat : **rapat arus jagat**

vektor-empat tetapan perambatan-frekuensi sudut

vektor empat yang ketiga komponennya adalah vektor tetapan perambatan $k = (2\pi/\lambda)k^0$ dan komponen keempatnya $j\omega/c$, dengan $j = \sqrt{-1}$, $\omega = 2\pi f =$ frekuensi sudut, $f =$ frekuensi, λ riak-gelombang, dan $c =$ kecepatan gelombang (elektromagnetik)
(*propagation constant angular frequency four-vector*)

vektor iring

dalam sistem koordinat rektilinear, vektor kontravarian A^i dan vektor kovarian A_i mempunyai komponen-komponen yang identik, kecuali perubahan tanda pada komponen keempat,

$$A^k = A_k \quad (k = 1,2,3) \text{ dan } A^4 = -A_4$$

sehingga mereka menyajikan vektor yang sama, atau satu vektor; demikian juga dalam sistem koordinat rampat, vektor (A^i) dan (A_i) menyajikan vektor (fisis) yang sama; vektor-vektor

demikian itu dikatakan vektor iring satu terhadap lainnya
(*associate vectors*)

vektor jagat

vektor-empat dalam ruang-waktu Minkowski, misalnya vektor-empat pusa-tenaga $p_\mu = (p, j\frac{E}{c})$; disini p ialah pusa nisbian yang komponen-komponennya misalnya

$$p_x = \gamma m_0 v, p_y = p^2 = 0$$

dan $E = \gamma m_0 c^2$ ialah tenaga total nisbian, sedang $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, dengan $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya
(*world vectors*)

vektor kontravarian

tensor kontravarian peringkat 1, seperti misalnya tensor (vektor) yang komponennya adalah diferensial dari koordinat, yang beralihragam dengan rumus

$$A^i = \frac{\partial x^i}{\partial x^k} A^k$$

lihat : tensor kontravarian
(*contravariant vector*)

vektor kovarian

tensor kovarian peringkat 1, seperti misalnya landai (gradien) suatu fungsi

(*covariant vector*)

vektor menyumbu

vektor yang berubah tandanya bila kerangka acuannya mengalami alihragam dari sistem putar-kanan ke sistem putar-kiri
(*axial vector*)

vektor nol

vektor-empat yang jumlahnya kuadrat ketiga komponen-ruangnya sama dengan kuadrat komponen-waktu/keempatnya; jadi kalau vektor nol itu N_μ (N, N_4), maka $N^2 = N_4^2$
(*null vector*)

W

waktu kosmis

untuk semua pengamat di alam semesta, pada setiap saat waktu ini, metrik malaran ruang-waktu yang mewakili pengembangan alam semesta kita yang tersebar meluas di mana-mana adalah sama

(*cosmical time*)

waktu mutlak

waktu semesta yang didefinisikan dalam mekanika Newtonan dan takgayut pada kerangka acuan ruang; lihat : **ruang-waktu mutlak**

(*absolute time*)

waktu setempat

waktu yang didasarkan pada meridian setempat sebagai acuan-nya,

-- jadi berbeda dengan waktu yang didasarkan pada suatu mintakat (zona)

(*local time*)

waktu wajar

waktu yang diukur dalam kerangka rihat, yang selang keunsurannya, yakni $d\tau$, mempunyai hubungan dengan selang waktu keunsuran dt hasil pengukurannya dari kerangka yang bergerak dengan kecepatan v , begini :

$$d\tau = dt/\gamma;$$

disini $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, sedang $\beta = v/c$ dan $c =$ kecepatan cahaya
lihat : **selang waktu wajar**
(*time, proper*)

watak materi foton

karena mempunyai tenaga, dan ada kesetaraan tenaga dan massa yang ditunjukkan antara lain oleh pemusnahan (anihilasi) dan penciptaan (kreasi) pasangan zarah-antizarah, maka foton dapat dianggap memiliki watak materi
(*material characteristic of photon*)

Z

zahir kosmis

nebula-nebula dan sistem-sistem bintang lain, yang dapat dipandang sebagai 'zarah' dari substratum (model alam semesta yang berupa struktur yang tersebar meluas secara menyeluruh dan serbasama serta isotop)

(*cosmic fluid*)

zantara bergerak

zantara (medium) yang terhadapnya dulu cahaya dikira mempunyai kecepatan yang berbeda dengan c ; **percobaan Fizeau** tentang cahaya yang merambat melalui zair yang mengalir pada arah perambatan cahaya itu membuktikan bahwa kecepatan cahaya itu bukan

$$c^1 = (c/n) \pm v$$

seperti yang diharapkan berdasarkan alihragam Galileo, melainkan

$$c^1 = (c/n) \pm v[1 - (1/n^2)],$$

yang sesuai dengan alihragam Lorentz dan penambahan kecepatan pada had (limit) n (indeks bias zair) ---- > 1

(*moving medium*)

DAFTAR PUSTAKA

- Feynman, R. P. 1954. *Statistical Mechanics : A set of Lectures*.
- Fock, V. 1959. *The Theory of Space, Time, and Gravitation*. New York: Pergamon Press.
- Kittel, Charles. *Thermal Physics*. New York.
- Lapedes, Daniel N. 1978. *Dictionary of Scientific and Technical Terms*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Maye, Maria Goeppert. 1984. *Webster's New Collegiate Dictionary*. Springfield, Massachusetts: GSG Merriam Company.
- Pathria, R.K. 1974. *The Theory of Relativity*. Oxford : Pergamon Press.

PADANAN KATA
INGGRIS - INDONESIA

BAHASA SUMBER

aberration
aberration of star starlight
absolute frame of reference
absolute motion
absolute space
absolute system of reference
absolute time
accelerated frame of reference
accelerated reference frame
acceleration detection
acceleration equation
action at a distance
addition of velocities
adiabatic invariants
advanced potential
Ampere-Maxwell tetrad
annihilation of particles
antisymmetric tensor
arbitrary coordinate transformation
arbitrary moving systems
associate vectors
axial vector
bending of light
Bianchi identities
binary stars
black holes
blue shifts
c (speed of light)
Cartesian system of coordinates
causality
centrally symmetric field
centre-of-mass system
centre-of-momentum system

ISTILAH INDONESIA

lanturan, aberasi
 lanturan cahaya bintang
 kerangka acuan mutlak
 gerak mutlak
 ruang mutlak
 sistem acuan mutlak
 waktu mutlak
 kerangka acuan dipercepat
 kerangka acuan dipercepat
 (pen) deteksi (an) percepatan
 persamaan percepatan
 aksi dari jauh
 penambahan kecepatan
 kararan adiabatik
 potential maju
 tetrad Ampere-Maxwell
 pemusnahan zarah
 tensor antisetangkup
 alihragam koordinat
 sebarang
 sistem bergerak sebarang
 vektor iring
 vektor menyumbu
 pelengkungan cahaya
 kesamaan Bianchi
 bintang biner, bintang sepasang
 lubang hitam
 ingsutan biru
 c (laju cahaya)
 sistem koordinat Kartesius
 kausalitas
 medan setangkup memusat
 sistem pusat massa
 sinaran Cerenkov

- Cerenkov radiation*
Christoffel symbols of the first kind
Christoffel symbols, symmetry properties of
classical kinetic transformation equation
classical velocity transformation
clock paradox
clock synchronization
complete relativistic Lagrange composite transformation
Compton effect
Compton wavelength
conditions on the metric
cone of zero directions
conjugate four-momentum
conjugate tensors
conservation laws
conservation laws of electric charge
conservation laws of energy
conservation laws of mass
conservation of mass
constant of gravitation
continuous transformations
continuum, four dimensional

contraction hypothesis
contraction of tensor
contravariant tensor
contravariant vector
coordinate systems
coordinate transformations
coordinate transformations,
- lambang Christoffel
 lambang Christoffel jenis kedua
 sifat kesetangkupan lambang Christoffel kinetik klasik
 persamaan alihragam klasik

 alihragam kecepatan klasik

 paradoks jam
 penyerempakan jam
Lagrangean nisbian lengkap
 alihragam gabungan
 efek Compton
 riak-gelombang Compton
 syarat pada metrik
 kerucut arah nol
 pusa-empat konjugat
 tensor konjugat
 hukum kekekalan
 hukum kekekalan muatan elektrik
 hukum kekekalan tenaga
 hukum kekekalan massa
 kekekalan massa
 tetapan gravitasi
 alihragam malar
 malaran caturmatra,
 kontinum matra empat
 hipotesis penyusutan
 kontraksi tensor
 tensor kontravarian
 vektor kontravarian
 sistem koordinat
 alihragam koordinat
 alihragam koordinat

Galilean coordinate transformations,
Lorentz coordinate transformations,
general coordinate transformations,
orthogonal

coordinate transformations,
special
correspondence principle in
relativity

cosmic fluid
cosmic fluid, nature of
cosmical geodesics
cosmical line element
cosmical scale factor
cosmical time
cosmological (differential)
equations
cosmological Doppler effect
cosmological constant
cosmological models
cosmological paramaters
cosmological principle
cosmological principle,
perfect
cosmological term
cosmology, Newtonian
cosmology, relativistics
covariance

covariance of Maxwell's
equations

covariance of electromagnetic

Galileo
 alihragam koordinat
 Lorentz
 alihragam koordinat
 rampat
 alihragam koordinat
 renjang, alihragam koordinat
 ortogonal
 alihragam koordinat khusus

 asas kebersesuaian dalam
 kenisbian, asas koresponden
 dalam kenisbian
 zalir kosmik
 hakikat zalir kosmik
 geodesika kosmis
 unsur garis kosmis
 faktor skala kosmis
 waktu kosmis
 persamaan (diferensial)
 kosmologis
 efek Doppler kosmologis
 tetapan kosmologis
 model kosmologis
 parameter kosmologis
 asas kosmologis
 asas kosmologis sempurna

 suku kosmologis
 kosmologi Newtonan
 kosmologi kovarians nisbian,
 kosmologi kekarar-bentukan
 nisbian
 kovarians persamaan Maxwell,
 kekararan-bentuk persamaan
 Maxwell
 kovarians persamaan elektro-

- equations*
- covariance of equations*
- covariance of physical laws*
- covariance, principle of*
- covariant differential, successive*
- covariant differentiation*
product rule
- covariant equations*
- covariant formulation*
- convariant tensor*
- covariant vector*
- creation of particles*
- current density, four*
- curvature drift velocity*
- curvature invariant*
- curvature of the space-time*
- curvature tensor*
- curvature tensor, properties of*
- curvature vector*
- curved surfaces, geometry of*
- cyclic derivative*
- d'Alembert's equation*
- d'Alembertian*
- d'Alembertian operator*
- de Sitter model of the universe*
- magnetik, kekararan-bentuk persamaan elektromagnetik kovarians persamaan, kekararan-bentuk persamaan kovarians hukum fisika, kekararan-bentuk hukum fisika
- asas kovarians, asas kekararan-bentuk turunan kovarian berturutan, diferensial karar-bentuk berturutan
- kaidah darab pendeferensialan kovarian
- persamaan kovarian, persamaan karar-bentuk perumusan karar-bentuk, formulasi kovarian
- tensor kovarian
- vektor kovarian
- penciptaan zarah
- rapat arus empat
- kecepatan hanyutan
- kelengkungan
- kararan kelengkungan, invarian kelengkungan
- kelengkungan ruang-waktu
- tensor kelengkungan
- sifat tensor kelengkungan
- vektor kelengkungan
- geometri permukaan lengkung
- turunan berdaur
- persamaan d'Alembert
- d'Alembertian
- pengandar d'Alembert, d'Alembertian
- model de Sitter alam

- deceleration parameter*
deflection of light
differential geometry of a curved surface
direct product of tensors
discontinuous transformations
distance, measurement of
divergence of a tensor field
domain of validity
Doppler effect
Doppler effect, second order
double star
double star observation
double-star systems
dual tensor
duality, wave-particle
dummy index
dynamical collisions
Eddington-Lemaitre model of the universe
Eddington-Robertson parameters
effective mass
eigntime-interval
Einstein model of the universe
Einstein postulates
Einstein principle of relativity
Einstein shift
Einstein tensor
Einstein's equations
Einstein-de Siltter model of the universe
electromagnetic
energy-momentum tensor
electromagnetic equations
electromagnetic field tensor
semesta
 parameter perlambatan
 penyimpangan cahaya
 geometri diferensial
 permukaan lengkung
 darab langsung tensor
 alihragam takmalar
 pengukuran jarak
 divergens medan tensor
 ranah kesahihan
 efek Doppler
 efek Doppler tingkat kedua
 bintang ganda
 pengamatan bintang ganda
 sistem bintang-ganda
 tensor dual
 dualitas zarah-gelombang
 indeks dumi
 benturan dinamis
 model (alam) semesta
 Eddington-Lemaitre
 parameter Edditington-Robertson
 massa efektif
 eigenselang-waktu
 model alam semesta Einstein
 postulat-postulat Einstein
 asas kenisbian Einstein
 ingstutan Einstein
 tensor Einstein
 persamaan Einstein
 model alam semesta
 Einstein-de Sitter
 tensor pusa-tenaga
 elektromagnetik
 persamaan elektromagnetik
 tensor medan elektro-
 magnetik

| | |
|---|---|
| <i>electromagnetic field, invariants of</i> | kararan medan elektromagnetik, invarian medan elektromagnetik |
| <i>electromagnetic mass</i> | massa ekektromagnetik |
| <i>electromagnetic stress</i> | tensor pusa-tegangan elektromagnetik |
| <i>energy-momentum tensor</i> | ranah entah, ranentah |
| <i>elsewhere region</i> | hipotesis pancaran (emisi) |
| <i>emission hypothesis</i> | teori pancaran |
| <i>emission theories</i> | alam semesta kosong |
| <i>empty universe</i> | kekekalan tenaga |
| <i>energy conservation</i> | tensor tenaga |
| <i>energy tensor</i> | persamaan alihragam tenaga |
| <i>energy transformation equation</i> | tensor pusa-tenaga |
| <i>energy-momentum tensor</i> | tensor pusa-tenaga kinetik |
| <i>energy-momentum tensor, kinetic</i> | tensor pusa-tenaga total |
| <i>energy-momentum tensor, total</i> | vektor tenaga-pusa |
| <i>energy-momentum vector</i> | persamaan kemalaran muatan |
| <i>equation of continuity for charge</i> | persamaan kemalaran massa |
| <i>equation of continuity for mass</i> | kesetaraan massa dan tenaga |
| <i>equivalence of mass and energy</i> | kerangka acuan setara |
| <i>equivalent frame of reference</i> | seretan eter |
| <i>ether drag</i> | kerangka eter |
| <i>ether frame</i> | hipotesis eter |
| <i>ether hypothesis</i> | teori-teori eter |
| <i>ether theories</i> | ruang Euklides |
| <i>Euclidean space</i> | peristiwa |
| <i>event</i> | pemisahan antara peristiwa |
| <i>events, separation between</i> | jagat peristiwa |
| <i>events, world of</i> | evolusi geometris alam |
| <i>evolution of the universe, geometrical</i> | semesta |
| <i>expanding universe</i> | alam semesta mengembang, alam semesta memuai |
| <i>Faraday tetrad</i> | tetrad Faraday |
| <i>frictitious field of force</i> | medan kakas fiktif |
| <i>field equations of the universe</i> | persamaan medan alam semesta |
| <i>field strength four-tebsor</i> | tensor-empat kuat medan |

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| <i>fine structure constant</i> | tetapan struktur halus |
| <i>fixed star</i> | bintang tetap |
| <i>Fizeau convention coefficient</i> | koefisien ilian Fizeau |
| <i>Fizeau experiment</i> | percobaan Fizeau |
| <i>flat models of the universe</i> | model alam semesta datar |
| <i>flat spaces</i> | ruang rata |
| <i>flatness of the space-time</i> | kedataran kontinum ruang |
| <i>continuum</i> | waktu, kedataran malaran |
| | ruang-waktu |
| <i>force transformation equation</i> | persamaan alihragam kakas |
| <i>four-acceleration</i> | kecepatan empat |
| <i>four current</i> | percepatan-empat |
| <i>four-current density of charge</i> | arus-empat |
| <i>four-current density of mass</i> | rapat arus-empat muatan |
| <i>four-dimensional continuum</i> | rapat arus-empat-massa |
| <i>four-dimensional formulation</i> | malaran caturmatra |
| <i>four-divergence</i> | perumusan caturmatra |
| <i>four-force</i> | divergens-empat |
| <i>four-force density</i> | kakas-empat |
| <i>four-gradient</i> | rapat kakas-empat |
| <i>four Laplacian</i> | landai-empat, gradien-empat |
| <i>(= d'Lambertian)</i> | Laplacean-empat |
| <i>four-momentum</i> | (= d' lambaertian) |
| <i>four-potential</i> | pusa-empat |
| <i>four-tensor</i> | potensial-empat |
| <i>four velocity</i> | tensor-empat |
| <i>four-vector</i> | vektor-empat |
| <i>four-vectors of mechanics</i> | vektor-empat mekanika |
| <i>four-volume element</i> | unsur volume-empat |
| <i>four-wave vector</i> | vektor gelombang-empat |
| <i>fourth test of general</i> | tes keempat kenisbian |
| <i>relativity</i> | rampat |
| <i>frame of reference</i> | kerangka acuan |
| <i>freely falling observer</i> | pengamat berjatuh bebas |
| <i>frequency shift</i> | ingsutan frekuensi |

| | |
|---|--|
| <i>Fresnel drag</i> | seretan Fresnel |
| <i>Fresnel drag coefficient</i> | koefisien seret Fresnel |
| <i>Friedmann models</i> | model Friedmann |
| <i>fundamental contravariant tensor</i> | tensor kontrovarian dasar |
| <i>fundamental covariant tensor</i> | tensor kovarian dasar |
| <i>fundamental mixed tensor</i> | tensor campuran dasar |
| <i>future temporal region</i> | ranah kewaktuan depan |
| <i>Galilean systems of reference</i> | sistem acuan Galileo |
| <i>Galilean transformation equation</i> | persamaan alihragam Galileo |
| <i>gauge transformation</i> | alihragam tolok |
| <i>gauge-invariant geometry</i> | geometri, karar-tolok (invarian-tolok) |
| <i>Gauss's theorem on integral curvature</i> | teorem Gauss pada lengkungan integral |
| <i>Gaussian coordinate system</i> | sistem koordinasi Gauss |
| <i>Gaussian Curvature</i> | lengkungan Gauss |
| <i>Gedanken Experimentre</i> | percobaan pikiran |
| <i>general coordinate transformation</i> | alihragam koordinat rampat |
| <i>general covariance</i> | kovarians rampat |
| <i>general mass-energy equivalence experiment</i> | percobaan kesetaraan massa-tenaga rampat |
| <i>general relativity</i> | kenisbian rampat |
| <i>general tensor</i> | tensor rampat |
| <i>general theory of relativity</i> | teori kenisbian rampat |
| <i>generalized Larmor formula</i> | rumus Larmor terampat |
| <i>generalized wave equation</i> | persamaan gelombang terampat |
| <i>geodesic</i> | geodesik |
| <i>geodesic coordinate system</i> | sistem koordinat geodesik |
| <i>geodesic equations</i> | persamaan geodesik |
| <i>geodesic line</i> | garis geodesik |
| <i>geodesic precession</i> | lenggokan geodesik |
| <i>geodesics, extremal properties of</i> | sifat ekstremal geodesika |

geometrization of gravitation
geometry of the cosmic space
ghost stars
gradient, four

gravitation and field theory
gravitational collapse
gravitational energy
gravitational field
gravitational field equations
gravitational field,
 homogeneous
gravitational field,
 inhomogeneous
gravitational field,
quantization of
gravitational massa
gravitational potential
gravitational red-shift
gravitational shift for
recoil-less gamma rays
gravitational shift of the
spectral lines
gravitational waves
group velocity
Hamilton's function,
 relativistics
homogenety of space
homogeneity of space and
 time
homogeneity of time
homogeneous transformations
Hubble law
Hubble parameter
hyperbolic calibration curve

hyperbolic motion
improper transformations

penggeometrian gravitasi
geometri ruang kosmik
bintang hantu
landai-empat,
 gradian empat
teori medan dan gravitasi
keruntuhan gravitasi
tenaga gravitasi
medan gravitasi
persamaan medan gravitasi
medan gravitasi serbasama

medan gravitasi
 takserbasama
pencatutan medan gravitasi

masa gravitas
potensial gravitasi
ingtan-merah gravitasi
ingsutan gravitasi untuk
sinar gama nirpetal
ingsutan gravitasi garis
 spektral
gelombang gravitasi
kecepatan kelompok
fungsi Hamilton nisbian

keserbasamaan ruang
.keserbasamaan ruang dan
 waktu
keserbasamaan waktu
alihragam serbasama
hukum Hubble
parameter Hubble
lengkung kalibrasi
 hiperbolik
gerak hiperbolik
alihragam takwajar

| | |
|---|---|
| <i>independently invariant</i> | karar sendiri-sendiri |
| <i>inertia tensor</i> | tensor lembaman |
| <i>inertial force</i> | kakas lembam |
| <i>inertial fram</i> | kerangka lembam |
| <i>inertial frame of reference</i> | kerangka acuan lembam |
| <i>inertial mass</i> | massa lembam |
| <i>inertial systems</i> | sistem lembam |
| <i>inertial sytems of reference</i> | sistem acuan lembam |
| <i>infinitesimal Lorentz transformation</i> | alihragam Lorentz ananta-kecil |
| <i>infinitesimal transformation</i> | alihragam ananta-kecil |
| <i>inhomogeneous wave equations</i> | persamaan gelombang takserbasama |
| <i>inner product</i> | darab dalam |
| <i>interval</i> | selang |
| <i>interval between the world points</i> | selang antara titik jagat |
| <i>interval, space-like</i> | selang bakruang |
| <i>interval, time-like</i> | selang bakwaktu |
| <i>invariance of Maxwell equations</i> | kekararan persamaan Maxwell, invarians per- samaan Maxwell |
| <i>invariance oa a tensor equations</i> | kekararan persamaan tensor, invarians per- samaan tensor |
| <i>invariance of interval</i> | kekararan selang, invarians selang |
| <i>invariance of the space-time i, interval</i> | kekararan selang, invarians selang |
| <i>invariance of time</i> | kekararan selang ruang- waktu, invarians selang ruang-waktu |
| <i>invariant</i> | kekararan waktu, invarians waktu |
| <i>invariant charge</i> | karar (adj), kararan (n), invarian muatan karar, muatan invarian |

invariant electric flux

invariant equations

*invariants of the
electromagnetic field*

isotropy of space

Kaluza's unified field theory

*Kennedy and Thorndike
experiment*

kinetic energy, relativistic

kinetic-potential

Kronecker delta

Kronecker symbol

*Kronecker symbol, tensor of
character of*

laboratory system

Lagrangian form

Lagrangian formulation

Lagrangian function

Laplacian operator, four

Larmor's hypothesis

law of inertia

Lemaitre model of the universe

*Lienard's formula for
radiated power*

Lienard-Wiechert potential

length contraction

Lense-Thirring precession

*Lienard's formula for
radiated power*

Lienard-Wiechert potential

lift experiment, Einstein's

light aberration

light cone

light wave

fluks elektrik karar,
fluks elektrik invarian

persamaan karar

kararan medan

elektromagnetik

isotropi ruang

teori medan terpadu Kaluza

percobaan Kennedy dan

Thorndike

tenaga gerak nisbian

potensial-kinetik

delta Kronecker

lambang Kronecker

sifat tensor lambang

Kronecker

sistem laboratorium

bentuk Lagrangean

perumasan Lagrange

fungsi Lagrange

pengandar Laplacean empat,

operator Laplacean empat

hipotesis Larmor

hukum kelembaman

model Lemaitre alam semesta

rumus Lienard untuk daya

terpancar

potensial Lienard-Wiechert

penyusutan panjang

lenggokan Lense-Thirring

rumus Lienard untuk daya

terpancar

potensial Lienard-Wiechert

percobaan bubungan Einstein

lanturan cahaya,

aberasi cahaya

kerucut cahaya

gelombang cahaya

| | |
|---|--|
| <i>line element in velocity space</i> | unsur garis dalam ruang kecepatan |
| <i>linear orthogonal transformation</i> | alihragam renjang linear, alihragam ortogonal linear |
| <i>linear transformation</i> | alihragam linear |
| <i>Lobachevsky-Einstein velocity space</i> | ruang kecepatan Lobachevsky-Einstein |
| <i>Lobachevsky-Friedmann space</i> | ruang Lobachevsky-Friedmann |
| <i>local time</i> | waktu setempat |
| <i>longitudinal mass</i> | massa bujur |
| <i>logitudinal velocity addition formula</i> | rumus penambahan kecepatan bujur |
| <i>Lorentz condition</i> | syarat Lorentz |
| <i>Lorentz covariant</i> | karar-bentuk Lorentz (a), kekararan-bentuk Lorentz (n), kovarian Lorentz |
| <i>Lorentz factor</i> | faktor Lorentz |
| <i>Lorentz force</i> | kakas Lorentz |
| <i>Lorentz frame</i> | kerangka Lorentz |
| <i>Lorentz gauge</i> | tolok Lorentz |
| <i>Lorentz scalar</i> | skalar Lorentz |
| <i>Lorentz transformation (equation)</i> | (persamaan) alihragam Lorentz |
| <i>Lorentz transformation formal derivation</i> | penurunan formal alihragam Lorentz |
| <i>Lorentz transformation parameter</i> | parameter alihragam Lorentz |
| <i>Lorentz transformation, general</i> | alihragam Lorentz rampat |
| <i>Lorentz transformation, proper</i> | alihragam Lorentz wajar |
| <i>Lorentz transformation, special</i> | alihragam Lorentz khusus |
| <i>Lorentz-Fitzgerald contraction</i> | penyusutan Lorentz-Fitzgerald |
| <i>lower half cone</i> | kerucut paruh-bawah |
| <i>lowering of indices</i> | penurunan indeks |

| | |
|---|--|
| <i>Mach's paradox</i> | paradoks Mach |
| <i>Mach's principle</i> | asas Mach |
| <i>Machian concept of inertia</i> | konsep kelembaman Mach |
| <i>mass conservation</i> | kekekalan massa |
| <i>mass defect</i> | usak massa |
| <i>mass tensor</i> | tensor massa |
| <i>mass, negative</i> | massa negatif |
| <i>mass-energy equivalence</i> | kesetaraan massa-tenaga |
| <i>Maxwell equation</i> | persamaan Maxwell |
| <i>Maxwell's stress tensor</i> | tensor tegangan Maxwell |
| <i>measurement of length</i> | pengukuran panjang |
| <i>meson clock</i> | jam meson |
| <i>meson decay high velocity experiment</i> | percobaan pererasan berkecepatan tinggi |
| <i>metric tensor</i> | tensor metrik |
| <i>metric tensor density</i> | rapat tensor metrik |
| <i>metric, Riemannian</i> | metrik Riemann |
| <i>metric, Schwarzschild</i> | metrik Schwarzschild |
| <i>metric, normal</i> | metrik normal |
| <i>metric, quasi-Euclidean</i> | metrik kuasi-Euclides |
| <i>metric, spatial</i> | metrik ruang |
| <i>Michelson-Morley experiment</i> | percobaan Michelson-Morley |
| <i>Minkowski diagram</i> | diagram Minkowski; bagan Minkowski |
| <i>Minkowski force</i> | kakas Minkowski |
| <i>Minkowski metric</i> | metrik Minkowski, ukuran Minkowski |
| <i>Minkowski space</i> | ruang Minkowski |
| <i>Minkowski world</i> | jagat Minkowski |
| <i>Minkowski world, geometry of</i> | geometri jagat Minkowski |
| <i>mixed tensor</i> | pengandar campuran |
| <i>mobile operator</i> | pengandar lincah |
| <i>momentum conservation</i> | kekekalan pusa, kekekalan momentum |
| <i>momentum density</i> | rapat pusa |
| <i>moving medium</i> | zantara bergerak |
| <i>moving mirror</i> | cermin bergerak |

| | |
|---|---|
| <i>moving source and mirror experiment</i> | percobaan sumber dan cermin bergerak |
| <i>negative mass</i> | massa negatif |
| <i>negative temporal interval</i> | selang kewaktuan negatif |
| <i>neutron stars</i> | bintang neutron |
| <i>Newton's equations</i> | persamaan Newton |
| <i>Newton's law of gravitation</i> | hukum gravitasi Newton |
| <i>Newton's theory of gravitation</i> | teori gravitasi Newton |
| <i>Newtonian approximation in gravitational field</i> | pendekatan Newton dalam medan gravitasi |
| <i>non-Euclidean geometry</i> | geometri tak-Euclides |
| <i>nominertial systems</i> | sistem tak lembam |
| <i>nonlinear coordinate transformations</i> | alihragam koordinat taklinear |
| <i>nonrelativistic motion</i> | gerak taknisbian |
| <i>norm of vector</i> | norma vektor |
| <i>nuclear photodisintegration</i> | fotodisintegrasi nuklir |
| <i>null cone</i> | kerucut nol |
| <i>null geodesic</i> | geodesik nol |
| <i>null intervals</i> | selang nol |
| <i>null vectors</i> | vektor nol |
| <i>observable</i> | amat |
| <i>observable universe</i> | semesta teramatkan |
| <i>observation point</i> | titik amatan |
| <i>observer</i> | pengamat |
| <i>open curved model of the universe</i> | model lengkung terbuka alam semesta |
| <i>optical relativity principle</i> | asas kenisbian optis |
| <i>orbital precision</i> | lenggokan edar |
| <i>orthogonal transformation</i> | alihragam ortogonal, gerakan renjang |
| <i>orthogonality conditions</i> | syarat kerenjangan |
| <i>oscillating models of the universe</i> | model beralun alam semesta |
| <i>outer product</i> | darab luar |
| <i>pair creation</i> | penciptaan pasangan |

pair production

particle drift

past temporal region

Peres formula

*perfect cosmological
principle*

permanent gravitational field

*phase velocity of matter
waves*

phase, invariance of

photon, material

characteristics of

*photon, wave characteristics of
physical derivation*

pi meson decay

pions photoproduction

*Poissonian approximation to
Einstein's field equation*

polarization of the vacuum

positive temporal interval

postulate of relativity

*postulate of the constancy
of the velocity of light*

*postulates of the special
theory*

postulates, Einstein's

power relation

precision geodesic

precision, Thomas

preferred system of reference

present position

*principle of Galilean
relativity*

pembuatan pasangan,
produksi pasangan
hanyutan zarah,
laratan zarah
ranah kewaktuan silang
rumus Peres
asas kosmologis sempurna

medan gravitasi tetap
kecepatan fase gelombang
materi

kekararan fase,
invarian fase
ciri materi foton
ciri gelombang foton
turunan fisis,
penurunan fisis

pererasan meson pi
fotoproduksi pion
pendekatan Poisson kepada
persamaan medan Einstein
pengutuban ruang hampa
selang temporal positif
postulat kenisbian
postulat ketetapan
kecepatan cahaya
postulat teori khusus

postulat Einstein
hubungan daya
geodesik lenggokan
lenggokan Thomas
sistem acuan pilihan
kedudukan kini
asas kenisbian Galileo

| | |
|---|---|
| <i>principle of Newtonian relativity</i> | asas kenisbian Newton |
| <i>principle of equivalence</i> | asas kesetaraan |
| <i>principle of magnetic mirror</i> | asas cermin magnet |
| <i>principle of mechanical relativity</i> | asas kenisbian mekanis |
| <i>principle of relativity</i> | asas kenisbian |
| <i>principle of relativity general</i> | asas kenisbian rampat |
| <i>principle of relativity special</i> | asas kenisbian khusus |
| <i>product rule</i> | kaidah darab |
| <i>proper acceleration</i> | percepatan wajar |
| <i>proper frame</i> | kerangka wajar |
| <i>proper length</i> | panjang wajar |
| <i>proper mass</i> | massa wajar |
| <i>proper measure</i> | ukuran wajar |
| <i>proper time</i> | waktu wajar |
| <i>proper time interval</i> | selang waktu wajar |
| <i>pseudo-invariant</i> | karar semu, pseudo-invarian |
| <i>pseudo-scalar</i> | skalar semu, pseudo-tensor |
| <i>quasi-Euclidean</i> | kuasi-Euclides |
| <i>quasi-Euclidean geometry</i> | geometri kuasi-Euclides |
| <i>quotient law</i> | hukum nisbian |
| <i>radiation from moving charges experiment</i> | percobaan penyinaran dari muatan bergerak |
| <i>radiation length</i> | panjang sinaran |
| <i>radiation pressure</i> | tekanan sinaran, tekanan radiasi |
| <i>radiation, gravitational</i> | sinaran gravitasi, radiasi gravitasi |
| <i>raising of indices</i> | penaikan indeks |
| <i>rank of a tensor</i> | tataran tensor |
| <i>rates of clocks in a gravitational field</i> | laju jam dalam medan gravitasi |

recoil-less gamma rays

red shift

red shift expression

reference frame

reference systems

relative measure

relative motion

relative velocity

relativistic Bremstrahlung

relativistic Doppler effect

relativistic Doppler shift

relativistic expression

relativistic formulation

relativistic kinematic effect

relativistic kinetic energy

relativistic mass

relativistic measures

relativistic radiative

energy lost

relativistic transformation

relativistic transformation

equation

relativistic treatment

relativistic velocity

transformation

relativistic invariance

charge

relativistic momentum

relativity

relativity of interval

measurement

relativity of length

measurement

relativity of simultaneity

sinar gama nirpental

ingsutan merah

ungkapan ingsutan merah

kerangka acuan

sistem acuan

ukuran nisbi

gerak nisbi

kecepatan nisbi

sinar-abaran nisbian

efek Doppler nisbian

ingsutan Doppler nisbian,

ingsutan Doppler

relativistik

ungkapan nisbian

perumusan nisbian

efek kinematik nisbian

tenaga kinetik nisbian

massa nisbian

ukuran nisbian

rugi tenaga mengyinar

nisbian

alihragam nisbian

persamaan alihragam

nisbian

perlakuan nisbian

alihragam kecepatan

n. nisbian

kekararan nisbian muatan,

kekarar-nisbian muatan

pusa nisbian,

momentum relativistik

kenisbian, relativitas

kenisbian pengukuran

selang

kenisbian pengukuran

panjang

kenisbian keserentakan

| | |
|---|--|
| <i>relativity of time measurement</i> | kenisbian pengukuran waktu |
| <i>relativity, postulates of</i> | postulat-postulat |
| <i>rest energy</i> | kenisbian tenaga rihat |
| <i>rest frame</i> | kerangka rihat |
| <i>rest frame of reference</i> | kerangka acuan rihat |
| <i>rest mass</i> | massa rihat |
| <i>rest system</i> | sistem rihat |
| <i>retardation of clocks in a gravitational field</i> | penangapan jam dalam medan gravitasi, tangapan jam dalam medan gravitasi |
| <i>retarded position</i> | kedudukan tangap |
| <i>retarded potential</i> | potensial tangap |
| <i>Ricci tensor</i> | tensor Ricci |
| <i>Riemann-Christoffel tensor</i> | tensor Riemann-Christoffel |
| <i>Riemannian manifold</i> | lipat-banyak Riemann |
| <i>Riemannian metric</i> | metrik Riemann |
| <i>Riemannian space</i> | ruang Riemann |
| <i>Ritz hypothesis</i> | hipotesis Ritz |
| <i>Robertson diagram</i> | diagram Robertson, bagan Robertson |
| <i>Robertson-Walker element</i> | unsur Robertson-Walker |
| <i>rotating coordinate system</i> | sistem koordinat berputar |
| <i>rotating frame</i> | kerangka berputar |
| <i>rotational motion</i> | gerak berputar |
| <i>satellite-borne clocks</i> | jam di satelit |
| <i>scalar curvature</i> | lengkungan skalar |
| <i>scalar field</i> | medan skalar |
| <i>scalar invariant</i> | karar (an) skalar, invarian skalar |
| <i>scalar potential</i> | potensial skalar |
| <i>Schwarz's inequality</i> | ketaksamaan Schwarz |
| <i>Schwarzschild radius</i> | ruji Schwarzschild |
| <i>Schwarzschild singularity</i> | singularitas Schwarzschild |
| <i>self force</i> | swakakas |
| <i>simultaneity</i> | k eserentakan |
| <i>skewsymmetric tensor</i> | tensor taksetangkap |

| | |
|---|--|
| <i>source point</i> | titik sumber |
| <i>space time</i> | ruang waktu |
| <i>space time coordinate</i> | koordinat ruang waktu |
| <i>space time diagram</i> | diagram ruang-waktu, bagan ruang-waktu |
| <i>space time independence</i> | ketakgayutan ruang-waktu |
| <i>space time interdependence</i> | keantargayutan ruang-waktu |
| <i>space time interval</i> | selang ruang-waktu |
| <i>space time invariant</i> | kararan ruang-waktu, invarian ruang-waktu |
| <i>space-like geodesics</i> | geodesik bakruang |
| <i>space-like vectors</i> | vektor bekruang |
| <i>space-time geometry</i> | geometri ruang-waktu |
| <i>space-time measurement</i> | pengukuran ruang-waktu |
| <i>space-time transformation</i> | alihragam ruang-waktu |
| <i>spacelight interval</i> | selang bakruang |
| <i>spacelike</i> | bakruang |
| <i>spacelike interval</i> | selang bakruang |
| <i>spatial interval</i> | selang keruangan |
| <i>spatial metric</i> | metrik ruang |
| <i>spatial metric of the universe</i> | metrik-ruang alam semesta |
| <i>special relativity</i> | kenisbian khusus |
| <i>special system of reference</i> | sistem acuan khusus |
| <i>special theory of relativity</i> | teori kenisbian khusus |
| <i>speed of light</i> | kelajuan cahaya |
| <i>spinor</i> | spinor |
| <i>stationary model of the universe</i> | model alam semesta pegun |
| <i>steady-state theory</i> | teori keadaan-tunak |
| <i>Steward experiment</i> | percobaan Steward |
| <i>Stress-energy pseudo-tensor</i> | pseudo-tensor tegangan-tenaga |
| <i>stress-energy tensor</i> | tensor tegangan-tenaga |
| <i>successive transformation</i> | alihragam berturutan |
| <i>summation convention</i> | kesepakatan penjumlahan, konvensi penjumlahan |

superluminal transformations
symmetric tensor
synchronization constant
synchronization of clock
system of fixed star tachyon

temporal interval
temporary gravitational
fields tensor
tensor densities
tensor fields
tensor of the gravitational
field
tensor, Cartesian

tensor, dual
tensor, four-dimensions
Thomas factor
Thomas precessional frequency
thought experiment
time classical concept
time dilation

time interval
time order of event
time reversal
time track in curve linear
coordinates
time, proper
time-like geodesics
time-like vector
time-symmetric solution

timelike
timelike interval
transformation continuous

alihragam superluminal
 tensor setangkup
 tetapan penyerempakan
 penyerempakan jam
 sistem bintang tetap
 takhion
 selang kewaktuan
 medan gravitasi semestara
 tensor
 rapat tensor
 medan tensor
 tensor medan gravitasi

tensor Cartesan,
 tensor Kartesius
 tensor dual
 tensor empat-matra
 faktor Thomas
 frekuensi lenggak Thomas
 percobaan pikiran
 konsep klasik waktu
 dilatasi waktu,
 penguluran waktu
 selang waktu
 urutan-waktu peristiwa
 pembalikan waktu
 jejak waktu dalam
 koordinat lengkung
 waktu wajar
 geodesik bakwaktu
 vektor bakwaktu
 penyelesaian
 setangkup-waktu
 bakwaktu
 selang bakwaktu
 alihragam malar

- transformation determinant*
transformation of
 Christoffel symbol
transformation of equation
transformation of momentum
transformation, composite
transformation, discontinuous
transformation, inverse
transformation, proper
transverse Doppler effect
Trouton-Noble experiment
twin paradox
unified field theory
uniformity
uniformity of space
uniformly accelerated frame

uniformly accelerated
 observers
uniformly rotating frame
universal time
universe, models of
upper-half cone
variation of massa with
velocity experiment
vector field
vector norm
vector potential
velocity of light
velocity space
virtual photon
virtual photon scattering
wave equation
wave-particle duality
Weizsacker-William method
Weyl's geometry
Weyl's postulate
- determinan alihragam
 alihragam lambang
 Christoffel
 alihragam persamaan
 alihragam pusa
 alihragam campuran
 alihragam takmalar
 alihragam balik
 alihragam wajar
 efek Doppler lintang
 percobaan Trouton-Noble
 paradoks si kembar
 teori medan terpadu
 keseragaman
 keseragaman ruang
 kerangka dipercepat
 seragam
 pengamat tercepatkan
 seragam
 kerangka berputar seragam
 waktu semesta
 model alam semesta
 kerucut paruh-atas
 percobaan perubah-ubahan
 massa dengan kecepatan
 medan vektor
 norma vektor
 potensial vektor
 kecepatan cahaya
 ruang kecepatan
 foton maya
 hamburan foton maya
 persamaan gelombang
 dualitas zarah-gelombang
 metode Wiszacker-Williams
 geometri Weyl
 postulat Weyl

white dwarfs
world current density
world force
world lines
world of events
world points
world tensors
world vectors

bajang putih
rapat arus jagat
kakas jagat
garis jagat
jagat peristiwa
titik jagat
tensor jagat
vektor jagat

KAMUS FISIKA & TEORI KEMISIRIAN

Perpustakaan
Jenderal Ke

530.
LIB
K