AZ I. FEJEZET SUMMÁJA	AZ EUKLIDESZI ÉS A LORENTZ-TRANSZFORMÁCIÓ ÖSSZEHASONLÍTÁSA
HÁROMDIMENZIÓS EUKLIDESZI GEOMETRIA	NÉGYDIMENZIÓS LORENTZ-GEOMETRIA

Feladat: megtalálni az összefüggést

egy pontnak egy nem elforgatott koordinátarendszerben mért (vesszőtlen) és ugyanannak a pontnak egy elforgatott koordinátarendszerben mért (vesszős) koordinátái között	egy eseménynek a laboratóriumi vonatkoztatási rendszerbeli (vesszőtlen) és ugyanannak az eseménynek az űrhajó vonatkoztatási rendszerében mért (vesszős) koordinátái (tér- és időkoordinátái) között

Az elemzést egyszerűsítő feltételek

az origók egybeesnek forgatás az xy síkban; az y' és az y tengelyek θ_r szöget zárnak be (meredekség: $S_r = \operatorname{th}\theta_r$) $z = z'$ minden koordinátát méterben mérünk	az origók $t = t' = 0$-kor egybeesnek az űrhajó vonatkoztatási rendszere a pozitív x tengely irányában mozog, a laboratóriumhoz képest θ_r sebességparaméterrel (sebesség: $\beta_r = \operatorname{th}\theta_r$) $y = y', \qquad z = z'$ minden koordinátát méterben mérünk (az idő egysége: „1 méter fényút megtételéhez szükséges idő”)

Az invariáns, melynek értéke mindkét vonathoztatási rendszerben ugyanaz

$(\text{hosszúság})^2 = L^2 = x^2 + y^2 + z^2$ ezért $x^2 + y^2 = x'^2 + y'^2$	$(\text{térszerű intervallum})^2 = \sigma^2 = -(\text{időszerű intervallum})^2 = -\tau^2 = x^2 + y^2 + z^2 - t^2,$ ezért $x^2 - t^2 = x'^2 - t'^2$

Az utóbbi feltétel teljesüléséhez vezető általános összefüggés

$\cos^2\theta + sin^2\theta$ trigonometrikus függvényekre	$\operatorname{ch}^2\theta - \operatorname{sh}^2\theta = 1$ hiperbolikus függvényekre

AZ I. FEJEZET SUMMÁJA	AZ EUKLIDESZI ÉS A LORENTZ-TRANSZFORMÁCIÓ ÖSSZEHASONLÍTÁSA
HÁROMDIMENZIÓS EUKLIDESZI GEOMETRIA	NÉGYDIMENZIÓS LORENTZ-GEOMETRIA

Transzformáció vesszős koordinátákról vesszőtlen koordinátákra

$$\begin{aligned} x &= x' \cos\theta_r + y' \sin\theta_r \\ &= \frac{x' + S_r y'}{(1+S_r^2)^{1/2}} \\ y &= -x' \sin\theta_r + y' \cos\theta_r \\ &= \frac{-S_r x' + y'}{(1+S_r^2)^{1/2}} \end{aligned}$$

(euklideszi transzformáció)

$$\begin{aligned} x &= x' \operatorname{ch}\theta_r + t' \operatorname{sh}\theta_r \\ &= \frac{x' + \beta_r t'}{(1-\beta_r^2)^{1/2}} \\ t &= x' \operatorname{sh}\theta_r + t' \operatorname{ch}\theta_r \\ &= \frac{\beta_r' x' + t'}{(1-\beta_r^2)^{1/2}} \end{aligned}$$

(Lorentz-transzformáció)

Transzformáció vesszőtlen koordinátákról vesszős koordinátákra

$$\begin{aligned} x' &= x \cos\theta_r - y \sin\theta_r \\ &= \frac{x - S_r y}{(1+S_r^2)^{1/2}} \\ y' &= x \sin\theta_r + y \cos\theta_r \\ &= \frac{S_r x + y}{(1+S_r^2)^{1/2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x' &= x \operatorname{ch}\theta_r - t \operatorname{sh}\theta_r \\ &= \frac{x - \beta_r t}{(1-\beta_r^2)^{1/2}} \\ t' &= -x \operatorname{sh}\theta_r + t \operatorname{ch}\theta_r \\ &= \frac{-\beta_r x + t}{(1-\beta_r^2)^{1/2}} \end{aligned}$$

Fontos összeadási törvények

meredekségek összeadása: ha egy egyenes θ' szöget zár be az elforgatott y' tengellyel, akkor a nem elforgatott y tengellyel bezárt θ szögét a

$\theta = \theta' + \theta_r$ összefüggés

adja meg, vagy relatív *meredekségek* kifejezésében

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\operatorname{tg}\theta' + \operatorname{tg}\theta_r}{1 - \operatorname{tg}\theta' \operatorname{tg}\theta_r}$$

$$S = \frac{S' + S_r}{1 - S' S_r}$$

sebességek összeadása: ha egy lövedék az x tengely irányában mozog a vesszős űrhajórendszerhez képest θ' sebességparaméterrel, akkor a vesszőtlen laboratóriumi rendszerbeli θ sebességparaméterét a

$\theta = \theta' + \theta_r$ összefüggés

adja meg, vagy relatív *sebességek* kifejezésében

$$\operatorname{th}\theta = \frac{\operatorname{th}\theta' + \operatorname{th}\theta_r}{1 + \operatorname{th}\theta' \operatorname{th}\theta_r}$$

$$\beta = \frac{\beta' + \beta_r}{1 + \beta' \beta_r}$$

Téridőfizika

További olvasnivaló a kiadó kínálatából:

Hraskó Péter: Relativitáselmélet
Frei Zsolt–Patkós András: Inflációs kozmológia
E. Szabó László: A nyitott jövő problémája
Timothy Ferris: A világmindenség. Mai kozmológiai elméletek
André Brahic: A Nap gyermekei
Leon Lederman: Az isteni a-tom

Edwin F. Taylor – John Archibald Wheeler

Téridőfizika

Fordította: Dr. Abonyi Iván

TYPOTEX
Budapest, 2006

A könyv az Oktatási Minisztérium támogatásával, a Felsőoktatási Tankönyv- és Szakkönyv-támogatási Pályázat keretében jelent meg.

Oktatási
Minisztérium

A mű eredeti címe:
Spacetime Physics
1. kiadás
W. H. Freeman and Company
San Francisco és London, 1963

A fordítás a könyv 1966-os kiadása alapján készült
Fordította: Dr. Abonyi Iván

A fordítást az eredetivel összevetette és szakmailag ellenőrizte: Dr. Károlyi Gyula

ISBN 963 9548 86 3

Témakör: *fizika, csillagászat*

Kedves Olvasó!

Önre gondoltunk, amikor a könyv előkészítésén munkálkodtunk. Kapcsolatunkat szorosabbra fűzhetjük, ha belép a *Typoklub*ba, ahonnan értesülhet új kiadványainkról, akcióinkról, programjainkról, és amelyet a *www.typotex.hu* címen érhet el. Honlapunkon megtalálhatja az egyes könyvekhez tartozó hibajegyzéket is, mert sajnos hibák olykor előfordulnak.

Kiadja a Typotex kiadó, az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.
Felelős kiadó: Votisky Zsuzsa
Felelős szerkesztő: Dr. Bokor Nándor
Műszaki szerkesztő: Bori Tamás
Borítóterv: Tóth Norbert
Terjedelem: 25,73 (A/5) ív
Készült a Naszály Print Kft. nyomdájában
Felelős vezető: Hemela Mihályné

Tartalomjegyzék

Előszó

A XIX. század mechanikában, elektrodinamikában és az anyagszerkezet megismerésében elért eredményeit harmonikus egészbe foglalták a relativitáselmélet és a kvantumelmélet nagyszabású, modern, egységes elvei. Bevezető fizikai előadássorozatot tartani úgy, hogy nem hívjuk segítségül ezeknek az egyszerűsítő koncepcióknak az erejét, hasonló lenne ahhoz, hogy hosszadalmas osztásokat végzünk fáradalmasan a római számokat használva, az arab számok kínálta előnyöket nem ismerve fel.

A „Téridő-fizika”, amit az első éves egyetemi hallgatók fizikakurzusának első hónapjára dolgoztunk ki, példamutatóan kész Einstein és a többiek egyszerűsítő felfedezéseit inkább a fizikai tanulmányok elejére, mint végére helyezni. Könyvünk elemi, de mégis biztos és szigorú bevezetést kínál a relativitáselméletbe, és annak a napnak eljövetelén igyekszik munkálkodni, amikor a fizikustanuló éppoly otthonosan érzi majd magát a téridő geometriájában, mint múlt századi elődje az euklideszi geometriában.

Könyvünk első változatait több intézményben használták kezdő osztályokban vagy magasabb szinten, középiskolai tanárok nyári iskoláin. A differenciálszámításra való hivatkozást minimálisra szorítottuk (a sebesség fogalma), az idevágó ismereteket a vezető tanár pótolhatja, ha ezt történetesen nem tette volna meg egy korábbi vagy paralel előadás. Több mint száz feladat – amelynek nagy részét részletesen megoldottuk – a mai kísérletek széles körét elemzi, a relativitáselmélet megfigyelésekből adódó és filozófiai megalapozását vizsgálja, és gazdag választékot kínál fejtörő kérdésekből és paradoxonokból. Néhány bonyolultabb probléma (amelyet csillaggal jelöltünk meg) a differenciálszámítás ismeretét igényli, ezek a „haladók” problémamegoldó készségét igyekeznek kihívni.

Az első fejezet a téridő legegyszerűbb és legfontosabb tulajdonságait fejti ki. A téridő-geometria paradoxonai szertefoszlanak, amint a mindennapi euklideszi geometria hasonló paradoxonaival vetjük őket össze. Szoros kapcsolat épül ki a téridő geometriája és a szabadon mozgó test fizikája között.

A második fejezet megelőzi az $F = ma$ Newton-féle mozgásegyenlet hagyományos, de korai használatát, és ehelyett közvetlenül a hatás-ellenhatás elvéhez, illetve az impulzusmegmaradás elvéhez fordul. Az impulzus és az energia, áttörve a newtoni kép határait, egy nagyobb egység részeinek mutatkoznak, amely a nyugalmi tömeget is átöleli.

A harmadik fejezet a speciális relativitáselmélet korlátait és az relativitáselmélet területét vizsgálja. A könyv a fizika panorámaképével zárul, azzal a képpel, amely a téridő szempontjából látszik, s a fizika megértéséhez vezető igazán egyszerű utat tűzi ki, mert bemutatja, „hogyan működik a világ gépezete”.