

# RELATIVITÁSELMÉLET

## feladatok

### 3. éves fizikusoknak

#### 1. forduló

- 1.** Az **A** inerciális vonatkoztatási rendszer  $x$ -tengelye mentén mozog a **B** űrhajó,  $V$  sebessége a fénysebesség  $12/13$ -szorososa. Az **A** rendszerből nézve a **B** rendszer  $x$ ,  $y$  és  $z$  tengelye párhuzamos az **A** rendszerével. A **B** űrhajó nyugalmi rendszeréből nézve az  $xy$ -síkban, az  $x$ -tengellyel  $\alpha$  szöget bezárva ugyanakkora  $V$  sebességgel mozog a **C** űrhajó. A **B** rendszerből nézve a **C** rendszer  $x$ ,  $y$  és  $z$  tengelye párhuzamos a **B** rendszerével. Mekkora szöget zárnak be a **C** rendszer tengelyei az **A** rendszer tengelyeivel az **A** rendszerből nézve? (Számpéldák:  $\alpha=60^\circ$ , illetve  $\alpha=90^\circ$ .) Adjuk meg annak a Lorentz-transzformációnak a mátrixát, amely az **A** rendszerből közvetlenül **C**-be vezet!
  - 2.** Az 1. feladat folytatása. A **C** űrhajó nyugalmi rendszeréből nézve az  $xy$ -síkban, az  $x$ -tengellyel  $\beta$  szöget bezárva az előzővel megegyező  $V$  sebességgel mozog a **D** űrhajó. Mekkora a **D** űrhajó sebességének abszolút értéke és az  $x$ -tengellyel bezárt szöge az **A** rendszerből nézve? (Számpéldák:  $\alpha=\beta=60^\circ$ , illetve  $\alpha=\beta=90^\circ$ .)
  - 3.** A **G** és a **H** űrhajó állandó  $g$  sajátgyorsulással távolodik a Földtől (melynek **F** vonatkoztatási rendszerét inerciarendszernek tekintjük). A két űrhajó egyszerre, zérus kezdősebességgel indult a Földről. Az **F** rendszerben az űrhajók pályája  $\theta$  szöget zár be. Mekkora a **H** űrhajó sebessége és gyorsulása az **G** űrhajó momentán inerciarendszeréből nézve, az indulás után  $\tau$  sajátidővel? Meddig látják egymást az űrhajók? Mit látnak? (Speciális esetek:  $\theta = 0^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ .)
  - 4.** Ugyanaz, mint az előző feladat, de most a (közös)  $\tau=0$  pillanatban a két űrhajó (zérus kezdősebességgel, egymással  $\theta$  szöget bezáró egyenesek mentén)  $L = c^2/g$  távolságra tartózkodik a Földtől.
  - 5.** Hány független elemet tartalmaz (azaz hány dimenziós invariáns altér eleme) a  $D+1$  dimenziós téridőben egy  $2, 3, 4, \dots, n$  indexes, minden indexpárjában *szimmetrikus* és minden indexpárjában *spurtalan* tenzor? (Speciális eset:  $D=3$ )
  - 6.** Hány független elemet tartalmaz (azaz hány dimenziós invariáns altér eleme) a  $D+1$  dimenziós téridőben egy  $2, 3, 4, \dots, n$  indexes, minden indexpárjában *antiszimmetrikus* tenzor? (Speciális eset:  $D=3$ )
- + 3** (Csak inyenceknek) Ortway-verseny feladatok: 1990/10, 1992/18, 1993/8.