

BME TTK Érettségi Felkészítő 2022

X. Alkalom

Gravitáció, Csillagászat, Speciális relativitás elmélet

2022. április 26.

Kidolgozós feladatok:

0. feladat

Gyakran elhangzó mantra, hogy a speciális relativitáselmélet alapja, hogy a "Maxwell-egyenletek nem invariánsak a Galilei-transzformáció alatt". Bizonyítsuk ezt egy egyszerű példán keresztül! Vegyünk két λ lineáris töltéssűrűségű, L hosszú rudat egy mindenféle külső mezőktől (elektromágneses, gravitációs) mentes térben (\sim a semmi közepén) egymástól a távolságra (itt a "rúd" megnevezés úgy értendő, hogy $L \gg \sqrt{dA}$ ahol dA a rúd keresztmetszete, illetve élhetünk az $L \gg a$ közelítéssel)! A rudak $t < 0$ esetén rögzítettek, $t = 0$ -ban magukra hagyjuk őket.

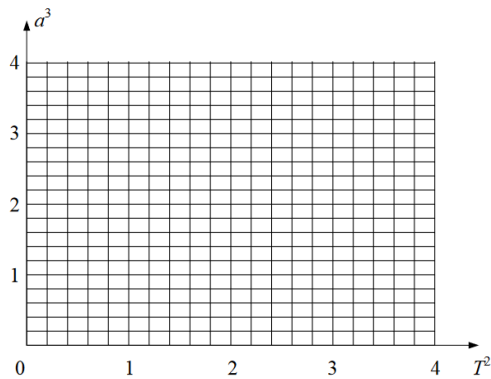
- Szemléljük az eseményeket egy, a $t < 0$ -beli állapothoz rögzített koordináta-rendszerben. Számításokkal határozzuk meg, hogy mi fog történni a rudak elengedésekor! (tipp: Használhatjuk az előző heti feladatsor 1. feladatának eredményeit.)
- Most térjünk át egy a rögzített rudakhoz képest v sebességű koordináta-rendszerbe! Mi a helyzet itt? (tipp: A Galilei-transzformáció szerint ebben a koordináta rendszerben a töltött rudaknak van sebességük, méghozzá v nagyságú. Hogyan lehet absztraktul értelmezni azt, hogy egy töltött rúd v sebességgel mozog? Milyen új effektus fog itt megjelenni? Miután ezt fejben összeraktátok, használjátok a függvénytáblázat 154. oldalát!)
- Mi történik a $v < c$, $v = c$ és $v > c$ esetekben?

1. feladat

A mellékelt táblázat a Naphoz legközelebbi 4 bolygó keringési időit és pályagörbéik fél-nagy tengelyeinek hosszát (a) mutatja. (A fél-nagy tengelyek Nap-Föld távolságegységben vannak megadva.) (2006. február 27.)

- Ábrázolja az a^3 értékeket a T^2 értékek függvényében!
- Milyen általános összefüggést (törvényt) igazol a grafikon?
- A megfigyelések szerint az Uránusz keringési ideje 84 év. A kapott összefüggés alapján számítsa ki az Uránusz pályája fél-nagy tengelyének hosszát Nap-Föld távolságegységben!

bolygók	T (év)	a (egység)
Merkúr	0,241	0,387
Vénusz	0,615	0,723
Föld	1	1
Mars	1,881	1,523



2. feladat

Péter és Pál ikertestvérek. Egy napon Pál $v = \frac{24}{25}c$ sebességgel intergalaktikus utazásra indul, mely Pál vonatkoztatási rendszerében összesen 14 évig tart (7 évet utazik oda, 7-et vissza). Hány év telik el eközben Péter vonatkoztatási rendszerében?

A relativitáselmélet kori kritikusai előszeretettel hozták fel ezt a példát a "zsidó fizika" ellen. Ugyanis ha átülünk Pál vonatkoztatási rendszerében, ott Péter fog mozogni, így a relativisztikus effektus látszólag megfordul, így a relativitáselmélet nem állhatja meg a helyét. Mi az ellentmondás feloldása?

(A témában kitűnő irodalom *Bokor Nándor: Az ikerparadoxon és a gyorsulás, Fizikai szemle 2012/03. 90.o., <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1203/bokor1203.html>)*

3. feladat

A Naprendszerben egy, a Földhöz közeli helyen a mágneses indukció értéke $B = 10^{-5}$ T. A napszéllel érkező elektronok (e^-) és α -részecskék (${}^4_2\text{He}^{2+}$) ennek hatására spirális pályán kezdenek mozogni. Mennyi a körmozgásukhoz rendelhető periódusidejük aránya? (2007. május 14.)

4. feladat

Egy Föld körüli körpályán keringő műhold pályamenti sebessége $v = 3,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, távolsága a Föld felszínétől 20 000 km. A műhold pályamódosítást hajt végre, és a Föld felszíne fölött 30 000 km magasságban lévő körpályára áll.

Mekkora lesz az új pályán a műhold keringési ideje és pályamenti sebessége? (2008. május 14.)

($R_{Föld} \approx 6400 \text{ km}$)